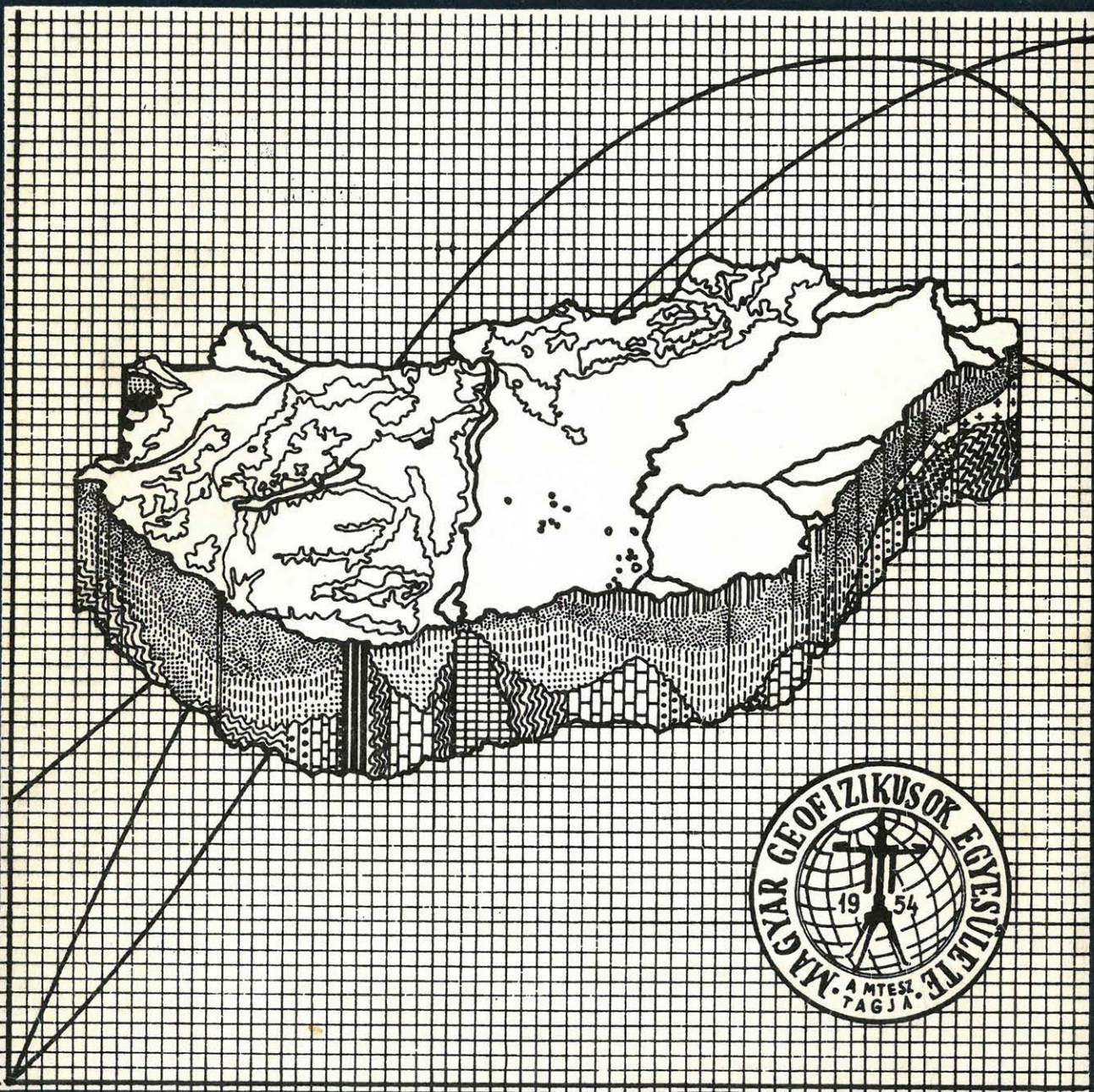


MAGYAR 1-2 GEOFIZIKA



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1991. XXXII. ÉVFOLYAM, 1—2. SZÁM

Szűcsvitne!

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: Zelei András

*Szerkesztőbizottság: Cziller Eszter, Csathó Beáta, dr. Ferenczy László, Gombár László,
dr. Kis Károly, Kovács György, ifj. Somfai Attila, ifj. Zilahy Sebess László*
Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félemelet 17. Postafiók: 240.

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Zelei András felelős szerkesztő
A szerkesztőség címe: Budapest VI., Anker köz 1. fem. 17. 1368. Telefon: 112-9754
Kiadja: a Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat
1093 Budapest, Lónyay u. 44.
Telefon: 117-0011. 117-0028
Felelős kiadó: F. Nádor Mária igazgató
Egri Nyomda, Eger — Felelős vezető: Kopka László

• • •

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő hivataloknál, a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján, 1900 Budapest V., József nádor tér 1., vagy átutalással a 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Egy szám ára: 32,50 Ft. Előfizetés fél évre: 97,50 Ft, egy évre: 195 Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, 1389 Budapest, Pf. 149. és a Magyar Média 1392 Budapest, Pf. 279. 86-253. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

A litoszférát harántoló eltolódásos törésrendszer a Pannon medence keleti részén

POSGAY KÁROLY¹, SZENTGYÖRGYI KÁROLY²

A Kömlő—Kenderes—Doboz irányban húzódó Pannon Geotraverz mentén végzett kutatások alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a Pannon-medence aljzatának kialakulásakor közel 100 km szélességű öven transzkurrens törésrendszer keletkezett. A Pannon Geotraverzen a főtörészónát a flisöv alatt határoztuk meg. A főtörészóna a Mohorovicic diszkontinuitás alá is behatol, mélysége eléri a 35—40 kilométert. A törésrendszer intenzív korszakában, — a mai kaliforniai Szent András törésrendszerhez hasonlóan, — a törésrendszerre merőleges nyomás — feszültségtér volt jellemző. Erre a kéreg-köpeny határtartomány és a főtörészóna kompressziós szerkezetéből lehet következtetni. A vizsgálatok a kéreg-köpeny határ süllyedésére és a szubkrustális litoszférán belüli nyírási övre is utalnak.

A Pannon-medence kifejlődése során a transzkurrens törésrendszer felújult és a korábbinál 1—2 nagyságrenddel kisebb horizontális oldaleltolódások keletkeztek.

On the basis of seismic investigation carried out along the Pannonian Geotraverse running in the direction Kömlő—Kenderes—Doboz the conclusion has been drawn: during the formation of the pre-Neogene basement of the Pannonian basin a transcurrent fault system nearly 100 km wide developed. The main slip zone along the Pannonian Geotraverse has been determined below the flysch belt. The main fault zone penetrates even below the Mohorovicic discontinuity: its depth reaches 35—40 km. During the active period of the strike-slip fault system a compression stress field perpendicular to the fault strike dominated, similarly to the Saint Andreas fault system of nowadays in California. This conclusion has been drawn from the compression structure of the crust-mantle boundary region and of the zone of the main fault. Investigations hint at the deepening of the crust-mantle boundary and at the existence of a subcrustal shear zone inside the lithosphere.

During the formation of the Pannonian basin the transcurrent fault system has been renewed and horizontal movements 1 to 2 orders smaller than the previous one occurred.

На основе сейсмических исследований проведенных по Паннонскому Геотраверсу проходящему по направлению сел Кэмле—Кендереш—Добоз сделан вывод: во время формирования фундамента Паннонского бассейна возникла сдвиговая зона в поясе широтой около 100 км. Главная тектоническая зона определялась по Паннонскому Геотраверсу под флишевым поясом. Она проникает под горизонт Мохоровичича; ее глубина достигает 35—40 км. В интенсивном периоде системы разломов существовало поле компрессионных напряжений перпендикулярных на систему разломов, подобно сегодняшней системе разломов Сан Андреас в Калифорнии. Это следует из компрессионной структуры граничной области кораманти и зоны главных разломов. Исследования свидетельствуют об углублении границы между корой и мантией и о существовании подкорового сдвигающего пояса внутри литосферы.

Во время заполнения Паннонского бассейна сдвиговая зона возрождалась и происходили горизонтальные боковые сдвиги меньше предыдущих на 1—2 порядка.

Bevezetés

Az 1970-es évek második felében az ELGI a földkéreg és felsőköpeny kutató méréseket a KESZ—1 vonal (1. ábra) mentén végezte (Posgay és társai 1979, 1980, 1981.). A szénhidrogénkutató szeizmikus szelvényeken jelentkező (Albu I., Bodoky T. és társai 1978, Albu I. és Timár Z. 1983., Samu L. 1985.) tektonikusan zavart zónát keresztezve olyan mélytörésekre következtettünk, melyek közül az egyik a földkéreg, a másik a teljes litoszférát harántolja. A kéregben sugarasan szétágazó törésrendszer a medencealjzat süllyedésével volt kapcsolatba hozható. A felsőköpeny gyűrt, tört szerkezetéből korábbi nyomófeszültségtér hatására lehetett következtetni (Posgay és társai

1981.). A felsőköpenybe hatoló törés jelentősen eltérő szerkezetű litoszférarészeket különített el.

A Pannon Geotraverzen kapott kutatási eredmények alapján feltételezhető, hogy a mélytörések és a nyomófeszültségtérre utaló jelenségek a preneogén medencealjzat nagyszerkezetének kialakulásához köthetők. A mélytörések mentén — a kérdéses területen — jelentős jobbos eltolódások történtek és a litoszférában roncolt zónák alakultak ki. A neogén medence keletkezésekor a mélytörések felújulhattak és jelentős szerepet játszhattak a fiatal medencék kialakulásában.

A Pannon Geotraverzen meghatározott főtörészóna

A Pannon Geotraverzen 1987 és 1990 között végzett az ELGI kéreg- és felsőköpenykutató

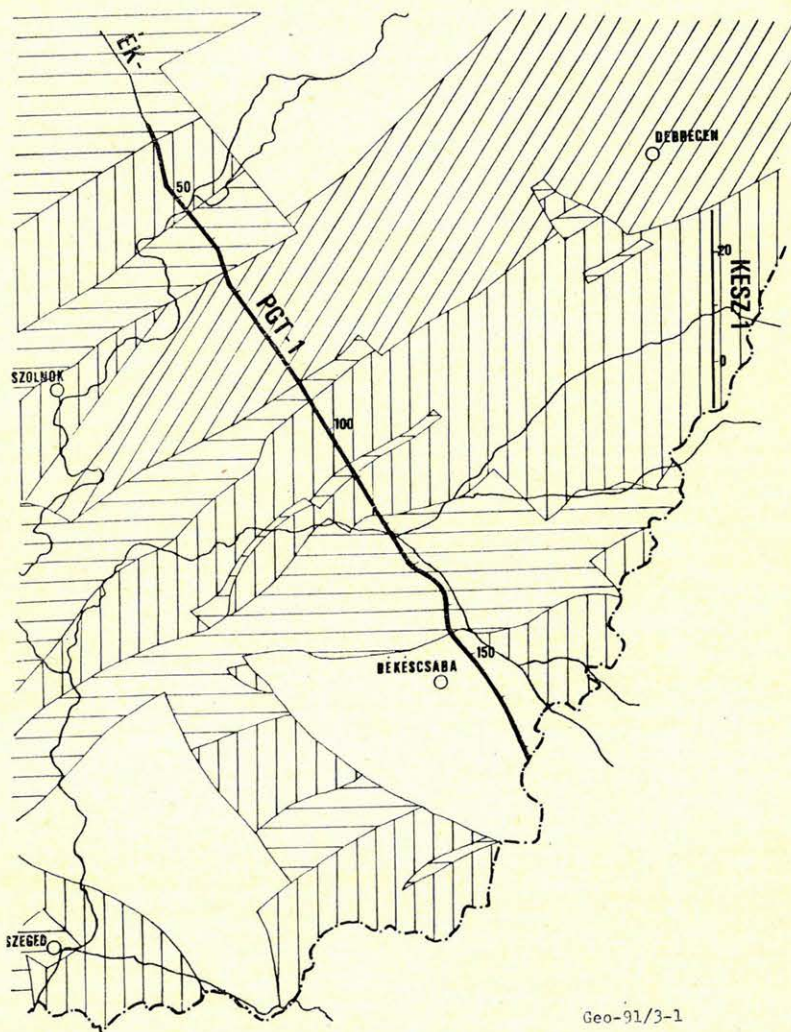
¹ Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

² Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intézet

szeizmikus méréseket. A Pannon Geotraverz Kömlőnél átfedéssel csatlakozik az ÉK—2 jelű földtani alapszelvényhez. Déli vége a Békési medencében, a román határnál van. Az 1. ábrán látható — Magyarország szerkezetföldtani térképének (Dank V., Fülöp J. és társai 1990.) felhasználásával — A PGT—1. és a KESZ—1 litoszférakutató szelvények helyszínvázlata.

A Pannon Geotraverzen kapott szeizmikus reflexiók eredmények (Posgay K. és társai 1991.) vonalas rajzát mutatja a 2. ábra. A PGT—1 néhány sávjában a reflexiók jelentős gyengülése figyelhető meg. A legmarkánsabban egy kb. 7 km

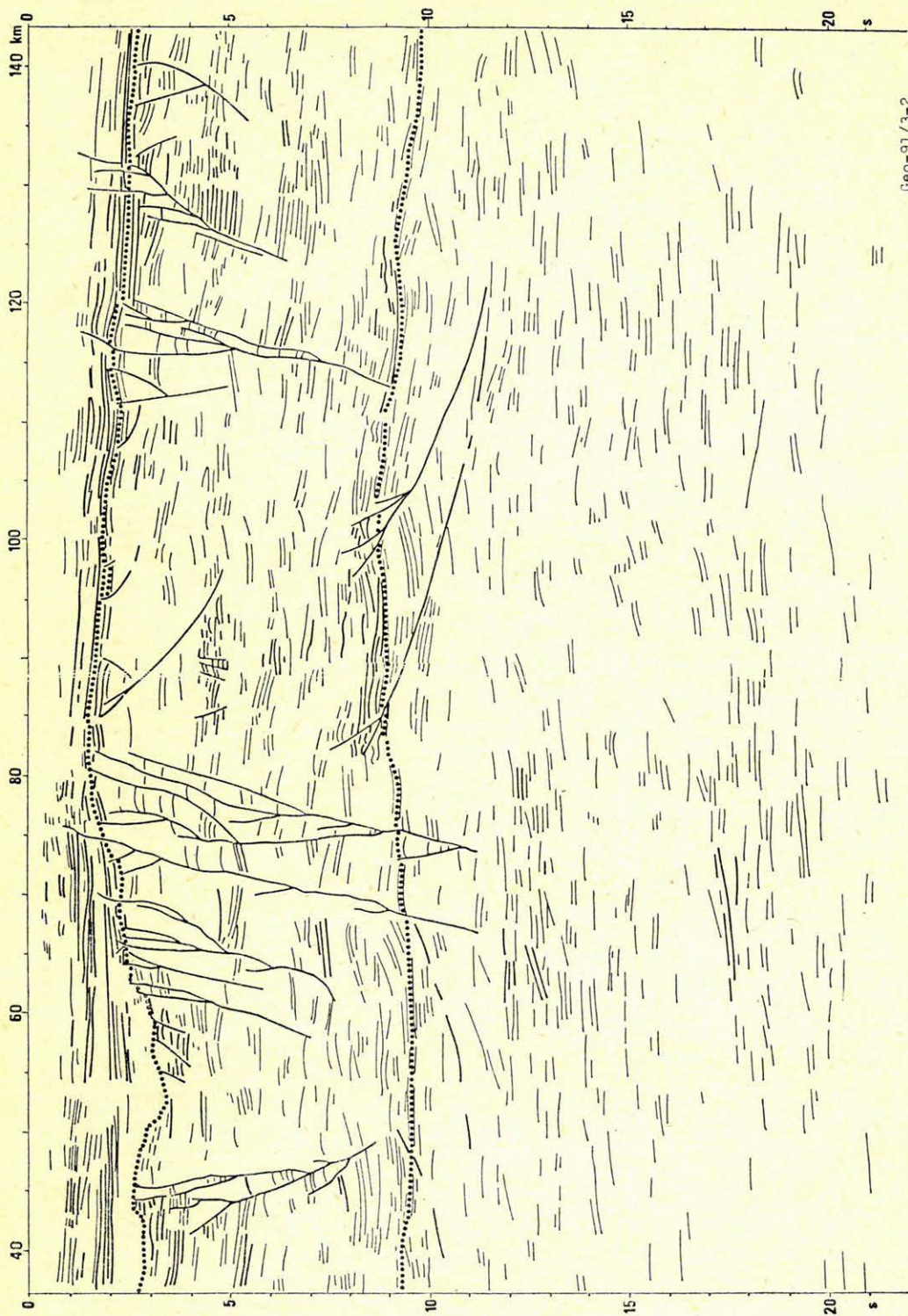
széles zóna jelentkezik (3. ábra), amely a szelvény É-i irányában meredeken dől. Látszólagos dőlése kb. 80°. A zóna felső része közvetlenül a jól reflektáló fiatal (túlnyomórészt neogén) üledékek alatt helyezkedik el. A sávon belül feltételezhető szétágazó törések között a szintek több helyen — nyomott zónára utalóan — felfelé domborulnak. Feltetésünk szerint az energiaszegény sáv olyan nagyszerkezeti zónát jelezhet, amelyben — töredezettsége folytán — nagyobb a szeizmikus hullámok energiavesztése, mint a környezetében. A törészóna feltételezhetően olyan litoszféra részeket különít el, amelyek szeizmikus képe eltérő. Az



1. ábra. A Pannon Geotraverz és a KESZ—1 földkéreg és felsőköpenykutató szeizmikus szelvények helyszínrajza. A preneogén medencealjzat felépítését Magyarország szerkezetföldtani térképe (Dank V., Fülöp J. és társai 1990.) alapján vázoltuk. Jelmagyarázat: /// flis, = flisnél idősebb mezozoós, || paleozoós és idősebb, — ismeretlen korú preneogén medencealjzat

Fig. 1. Location map of seismic profiles Pannonian Geotraverse and KESZ—1 exploring the crust and upper mantle. Built-up of the pre-Neogene basement is sketched on the basis of „Structural geological map of Hungary (V. Dank, J. Fülöp et al, 1990)”. Legend: /// Flysch; pre-Neogene basement types: = Mesozoic, earlier than flysch, || Paleozoic and earlier, — unknown age

Рис. 1. План расположения сейсмических разрезов Паннонский Геотраверс и KESZ—1 исследующих земную кору и верхнюю мантию. Строение донеогенового фундамента обрисовано на основе Структурно-геологической карты Венгрии (В. Данк, Й. Фюлеп и др., 1990). Условные обозначения: /// флиш; типы донеогенового фундамента: = мезозойский, старше флиша; || палеозойский и более древний; — неизвестного возраста

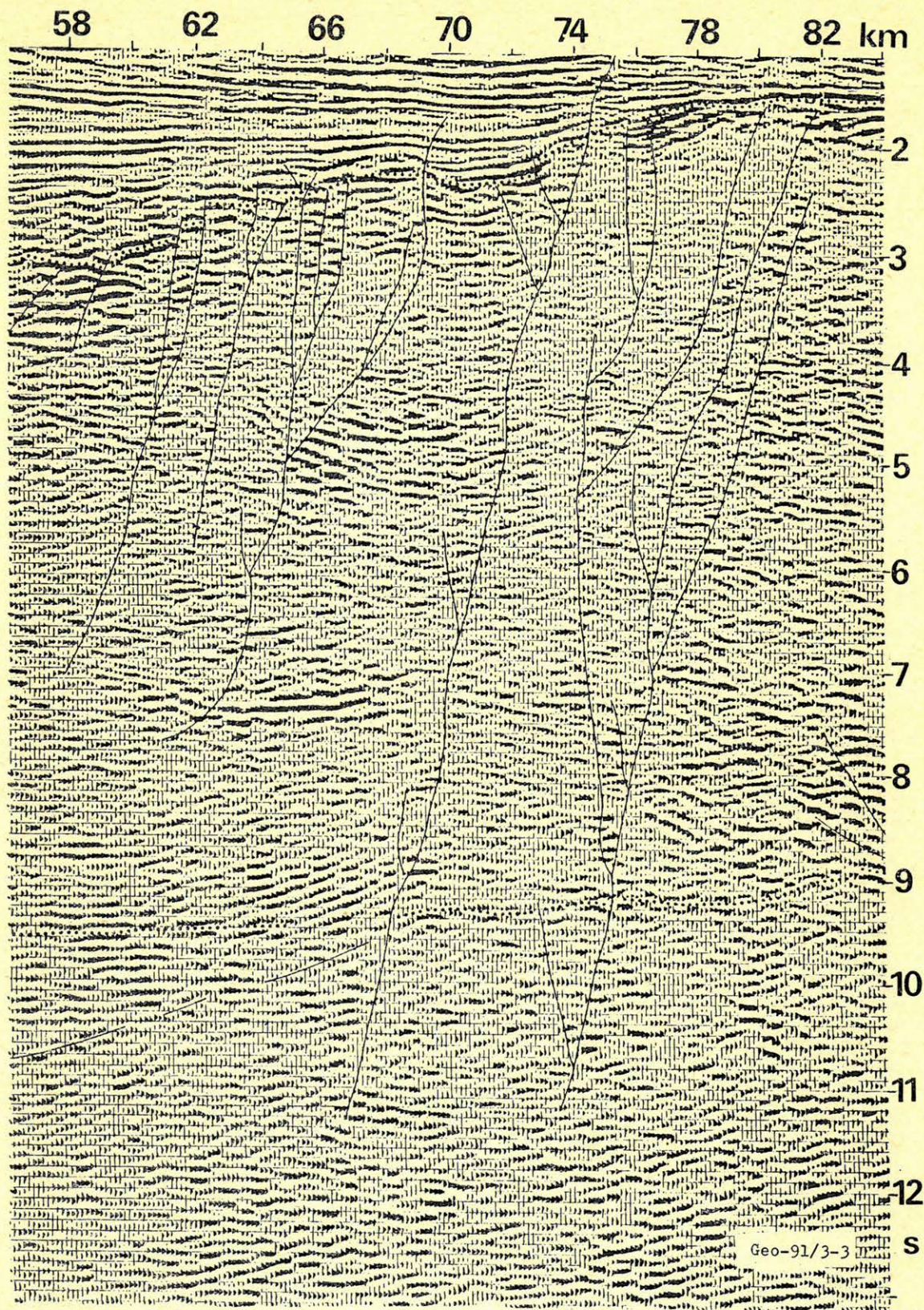


Geo-91/3-2

2. ábra. A PGT—1 mélyszeizmikus szelvény vonalas rajza. Pontozott vonallal jelöltük a preneogén medencealjazat felszínét és a kéreg-köpeny határt. Folytonos vonallal vázoltuk a feltételezett főbb töréseket (Posgay és társai 1991.)

Fig. 2. Line drawing of the deep seismic profile PGT—1. The pre-Neogene basement and the crust-mantle boundary are marked with dotted line, while the supposed main faults- with continuous line (Posgay et al, 1991)

Рис. 2. Глубинный сейсмический разрез по линии PGT—1. Поверхность донегенового фундамента и граница между корой и мантией обозначены пунктиром, а предполагаемые главные разломы — непрерывной линией (Посгаи и др., 1991)



3. ábra. A PGT—1 amplitudóhű feldolgozású szelvényén a flis alatt megállapítható, fő eltolódási mélytörés-zóna

Fig. 3. The strike-slip zone of the main deep fault determined below the flysch belt; true amplitude processed section of PGT—1

Рис. 3. Главная сдвиговая зона глубинных разломов, определяема под флишевой зоной на разреза PGT—1, обработанном методом истинных амплитуд

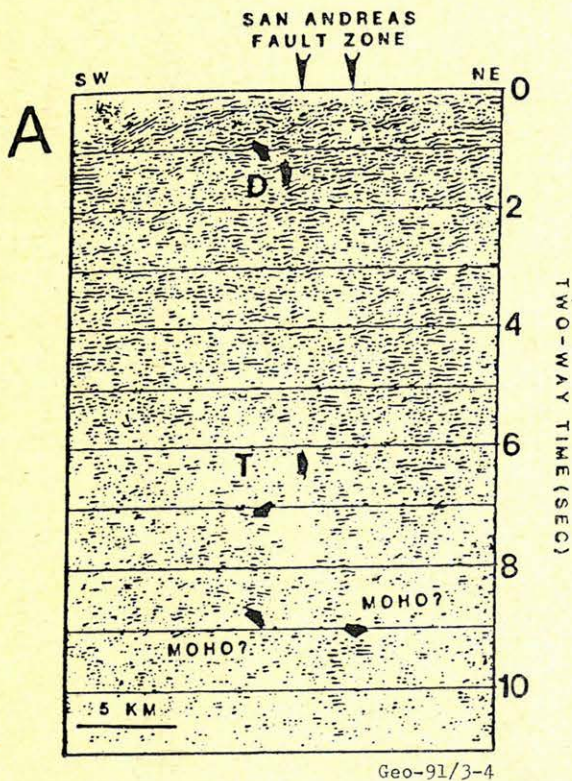
eltolódásra utaló virágszerkezet a szénhidrogén-kutató szeizmikus szelvényeken a neogén rétegekben is kirajzolódik. (Pogácsás Gy. és társai 1989., Szeidovitz Gy.-né 1990., D. Lőrinc K. 1991.)

Összehasonlítóképpen nézzük meg a két leg-híresebb mélyszeizmikus szervezetnek, a COCORP-nak és a BIRPS-nek egy-egy szelvényrészletét, amelyen eltolódásos törések látszanak (Lemiszki P. J. és társai 1988.) A Szent András törést keresztelő COCORP szelvény mély részén, (4. ábra) a törés alatt a jelkimaradás szintén megfigyelhető. A skóciai Great Glen mélytörést keresztelő BIRPS szelvény vonalas ábráján mind az alsó kéregben, mind a felsőköpenyben látszik a reflexió-kimaradás (5. ábra).

A Pannon Geotraverzen a gyenge beérkezések zónája kb. 1,8–2 s-t (azaz kb. 7–8 km-t) nyúlik be a felső köpenybe. Valószínű, hogy az eltolódás törészónájának — ezen a területen — itt lehet az alsó határa.

Nyírási mélységtartomány a kéregalatti litoszférában

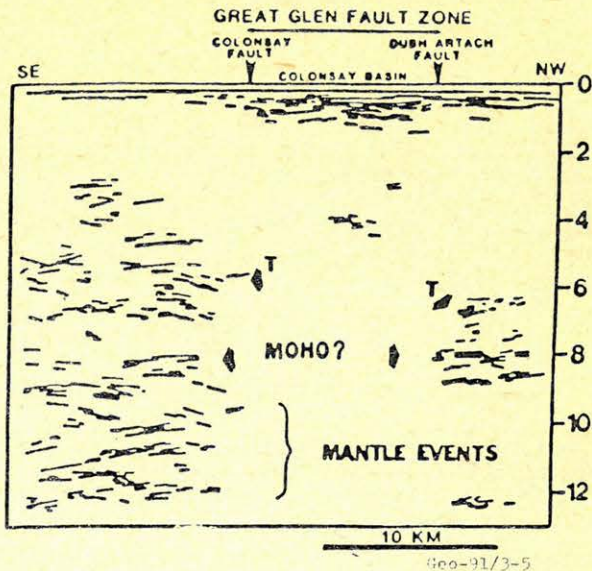
Ennek a mélységtartománynak a jellegére következtethetünk a Mohorovicic diszkontinuitás



4. ábra. A kaliforniai Szent András mélytörést keresztelő COCORP szelvény részlete (Lemiszki, P. J. és Brown, L. D. 1988.)

Fig. 4. A section of a COCORP profile crossing the Saint Andreas deep fault in California (P. J. Lemiszki, L. D. Brown, 1988)

Рис. 4. Фрагмент разреза COCORP, пересекающего глубинный разлом Сан Андреас в Калифорнии (П. Й. Лемиски, Л. Д. Браун, 1988)



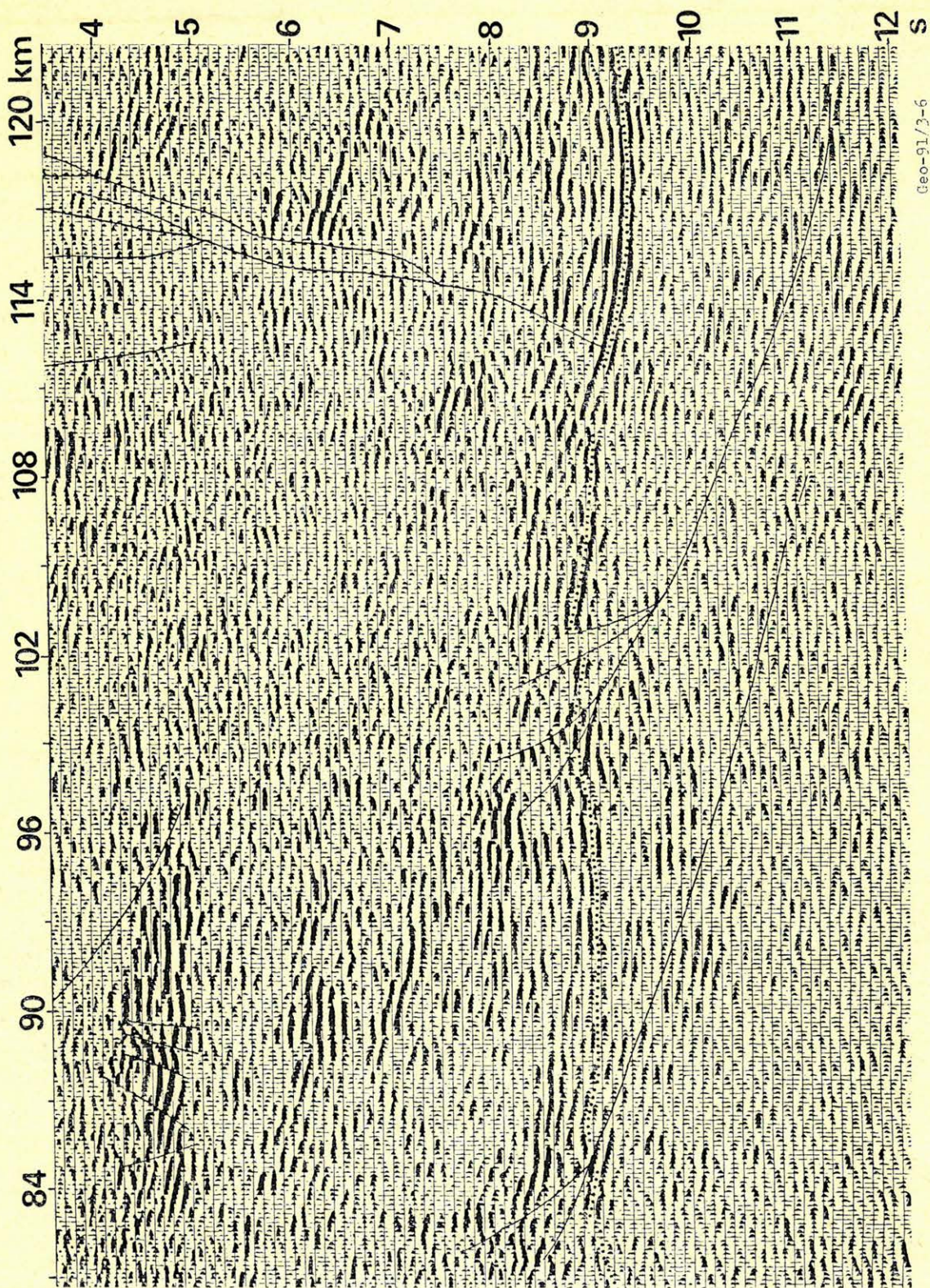
5. ábra. A skóciai Great Glen mélytörést keresztelő BIRPS szelvény részlete (Lemiszki, P. J. és Brown, L. D. 1988.)

Fig. 5. A section of a BIRPS profile crossing the Great Glen deep fault in Scotland (P. J. Lemiszki, L. D. Brown, 1988)

Рис. 5. Фрагмент разреза BIRPS, пересекающего глубинный разлом Грит Глен в шотландии (П. Й. Лемиски, Л. Д. Браун, 1988)

finomabb részleteinek tanulmányozásából is. A kéreg-köpeny határzónában több, azonos keletkezési mechanizmusra utaló szerkezet található. Értelmezésük jellemzésére vizsgáljuk meg a szelvény 84. kilométere táján található szerkezetet (6. ábra). A 84. kilométernél 8,4 s tájára emelkedő szintet egy korábbi kéreg-köpeny határként értelmezzük. Alakja jellemzi a kéreg-köpeny zóna egykori torlódásait. Szilárdságára, merevségére következtethetünk töréses-gyűrt szerkezetéből. Alatta 8,8 s táján É-ra (balra) látható az az idősebb kéreg-köpeny határ, amelyre rátolódott. Az itt D felé kezdődő közel vízszintes reflexiósort az új helyzetben kialakult, kialakuló határnak tartjuk. Ez alatt plasztikusabbnak látszó, meghajlott képződménysort találunk. Ennek a D-i része a 84. kilométer 8,8 s-tól D-felé lejtő feltolódási felület mentén — több fázisnyi elmozdulást sugallva rátolódik a hasonló képet mutató É-i összletre. A meghajlított rétegösszlet D-i része egy 99. kilométer 8,8 másodperce tájától D-felé lejtő feltolódási felület felé emelkedik. A kép azt sugallja, hogy kezdetben a felsőköpenynek a kéreg-köpeny határtartománya csak meggyűrődött, majd amikor a feszültségek meghaladták a rétegösszlet teherbíróképességét, elnyíródás és feltolódás következett be.

A 48. és 69. szelvénykilométerek táján is találunk azokhoz hasonló feltolódási felületeket, mint amilyenek a kéreg-köpeny határt a 84. illetve 99. szelvénykilométereknél metszik (2. ábra). A feltolódások a Pannon Geotraverz 68–75. szelvénykilométere felé emelkedő felületek mentén történnek. A feltolódási felületek szelvénybeni metszetei a



6. ábra. A kéreg-köpeny határ mélységtartományának részlete

Fig. 6. A fragment from the depth range interval of the crust-mantle boundary

Рис. 6. Фрагмент глубинного диапазона границы между корой и мантией

mélység felé egyre enyhébben lejtenek. A mai kéreg-köpeny határ alatt kb. 2 s-al kezdődő mélységtartományban válnak vízszintessé. Eddig a mélységtartományig figyelhető meg a fő eltolódási zónában a beérkezések amplitudócsökkenése is.

Valószínűnek tartjuk, hogy a Pannon Geotraverzen mind csökkent amplitudókkal jelentkező eltolódásos törésszóna „aljából”, mind a feltolódási síkok közel vízszintes részeiből a szubkrusztális litoszféra — 11–12 s táján kezdődő, — képlékenyebb mélységtartományára következtethetünk. Ennek mérsékeltebb szilárdsága elősegíthette az eltolódásos törésszondákkal kapcsolatos elmozdulások létrejöttét. A feszültségek szempontjából ezt egy nyírási — a kéreg alatti litoszféra alsó és felső részét szétcsatoló — mélységtartományként értelmezhetjük.

Feltételezésünk alátámasztására bemutatjuk a világ egyik legismertebb mélyszeizmikus szelvényét. Skóciától ÉNY-ra a BIRPS a kéreg alatti litoszférában közel vízszintes reflexiókat regisztrált. A W reflexióként jelzett beérkezések a DRUM szelvényen a 7. ábrán látszanak. A közölt vonalas ábrán a kéreg-köpeny határtartományt nem rajzolták ki és nem is értelmezték. Flack és Warner a W reflexiók jellemzőiből és elrendeződéséből következtettek arra, hogy a W-reflektor a Great Glen mélytörés menti eltolódásos mozgásokhoz tartozó nyírási mélységtartományt jelez.

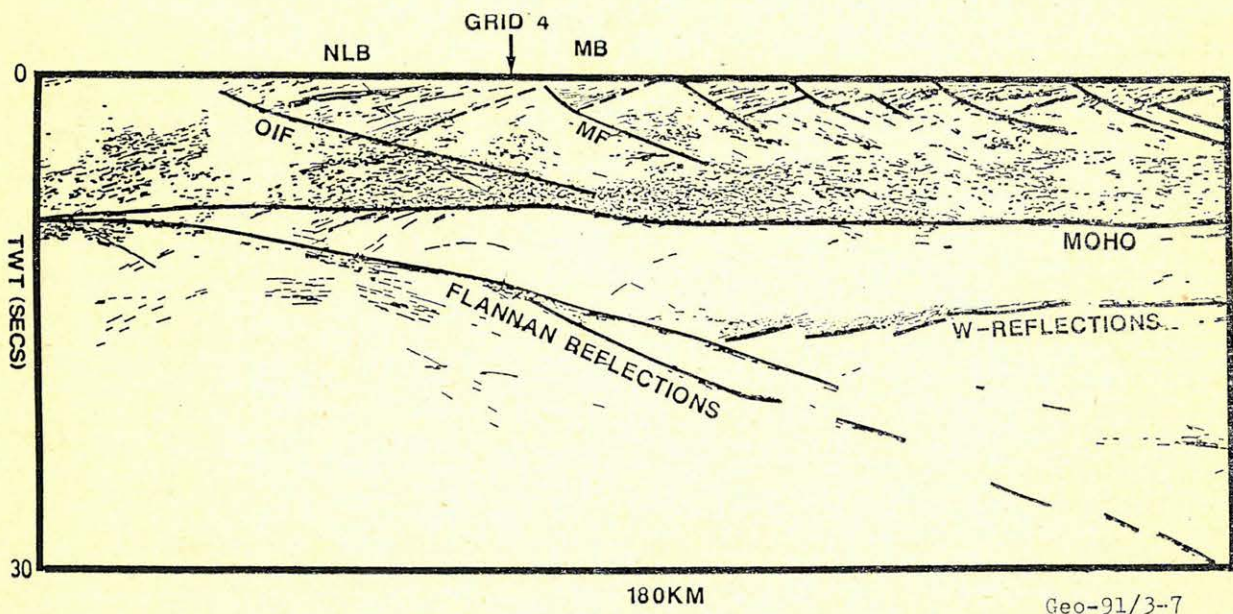
Nyomófeszültségre utaló szerkezetek

A Pannon Geotraverz 48, 69, 84, 99, 110, 125 szelvénykilométereinél az alsókéreg — felsőköpeny határ mélységtartományban szilárdabb „padok” egymásratalódására következtettünk (2. ábra). A

szilárdabb rész feltolódásait a felette és alatta elhelyezkedő képlékenyebb mélységtartományok tették lehetővé. A fő oldaleltolódási zóna két oldalán lévő litoszféra részek egymás felé is mozdogtak. Erre utalnak az eltolódási zóna mindkét oldalán, mind a kéregben, mind a felsőköpenyben látható nyomásra utaló jelenségek. Az eltolódási zónától északra eső szelvényrészben a felületelemek általában dél felé, az eltolódási zónától délre eső szelvényrészben pedig általában észak felé emelkednek. Ugyanilyen tendenciájúak azok a nyírási síkok, amelyek a szubkrusztális litoszférában válnak vízszintessé.

Az egykori feszültségtérre következtethetünk, a Szent András törés környékéről leírt vizsgálatok eredményeiből (8. ábra). A mai tektonikai főfeszültségek merőlegesek a Szent András törésre, a törés közvetlen környékétől eltekintve (Zoback és társai 1987.). A törésre merőleges nyomásra következtettek a Közép-Kaliforniában meghatározott gyúrt, feltolódásos szerkezetekből is, (9. ábra), amelyeknek csapásiránya egyezik az eltolódásos törésével. A feltolódási síkok a Szent András törésnél némi szimmetriát tükröznek. Zoback és társai szerint a nyomásos szerkezetek az utolsó 4–5 millió évben keletkeztek. Feltételezésük szerint kb. 4–5 millió évvel ezelőtt az észak-amerikai és a csendes-óceáni lemezek közötti relatív elmozdulás iránya 20°-al megváltozott. Ez okozta, hogy a — viszonylag kis nyírási ellenállású — törésre merőleges nyomás feszültségtér alakult ki.

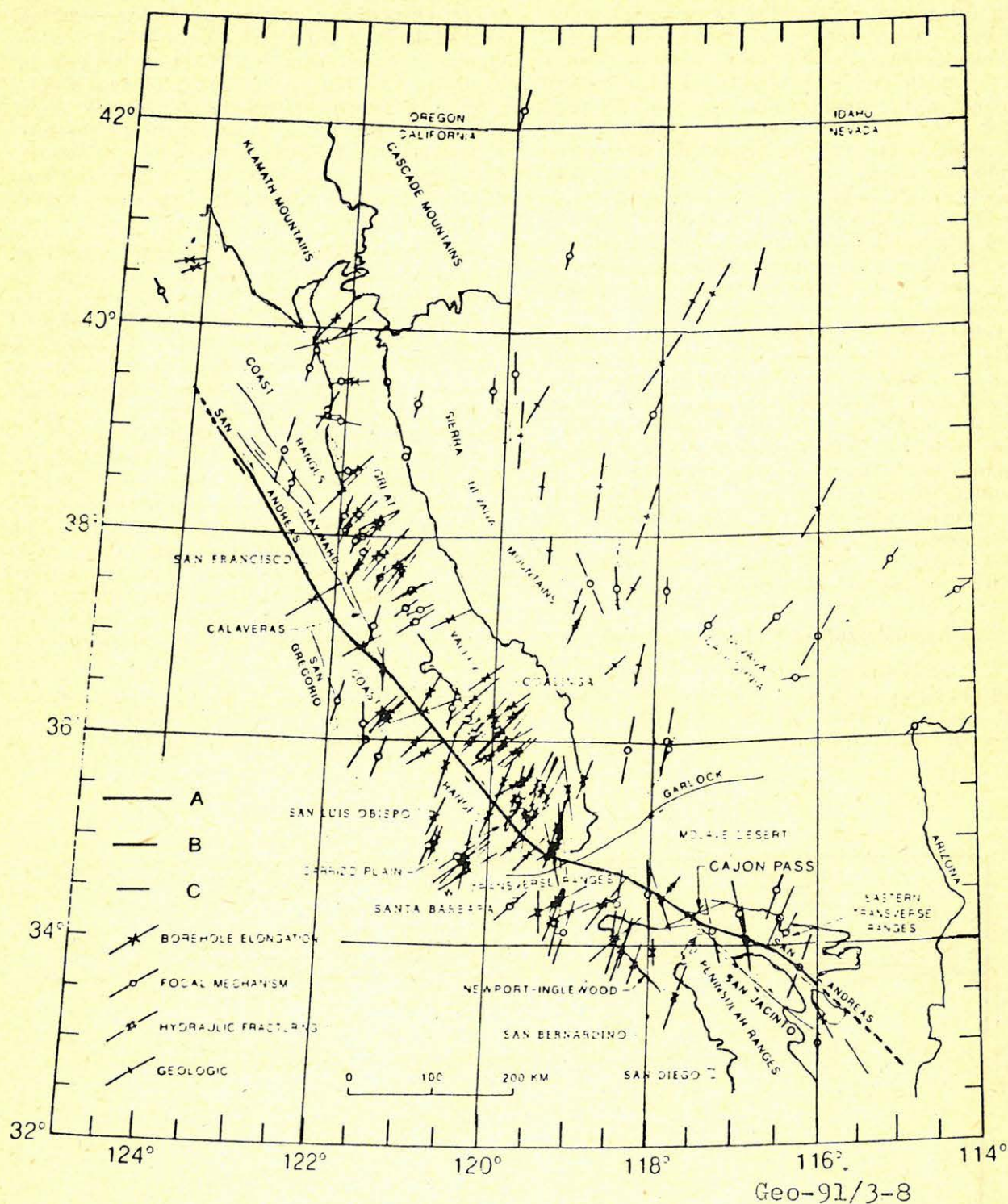
Feltételezzük, hogy a Pannon Geotraverzen látható, nyomásra utaló szerkezetek nagy része is az eltolódás intenzív időszakára vezethető vissza. A



7. ábra. A Skócia partjaitól ÉNy-ra mért DRUM mélyszeizmikus szelvény (Flack, C. és Warner, M. 1990.)

Fig. 7. The deep seismic profile DRUM measured NW from the coasts of Scotland (C. Flack, M. Warner, 1990)

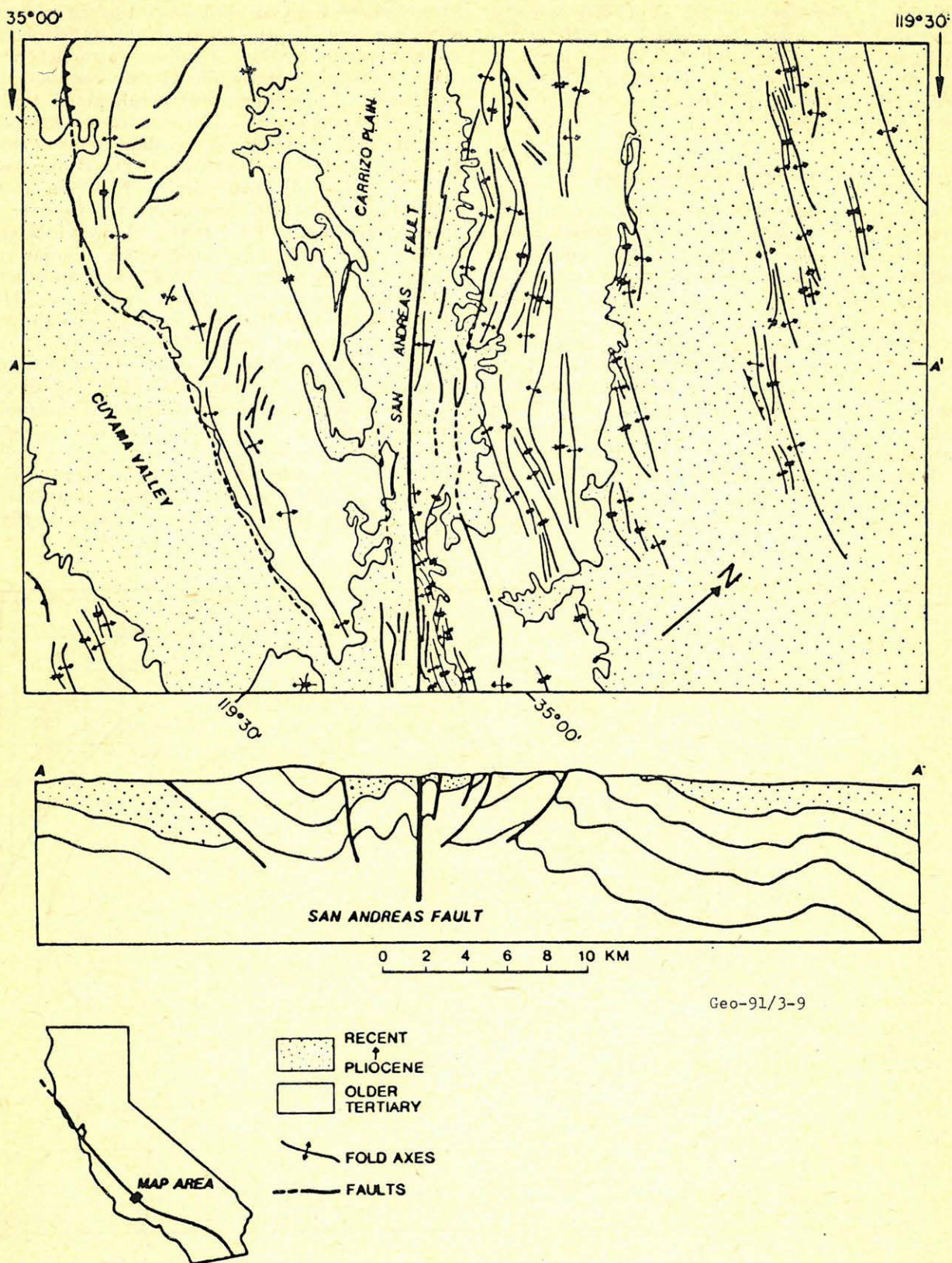
Рис. 7. Глубинный сейсмический разрез DRUM, измеренный в северозападе от берег Шотландии (С. Флак, М. Варнер, 1990)



8. ábra. A Szent András mélytörés környékének feszültségirányai (Zoback és társai 1987.)

Fig. 8. Stress directions in the vicinity of the Saint Andreas deep fault (Zoback et al, 1987)

Рис. 8. Направления напряжений в области глубинного разлома Сан Андреас (Зобак и др., 1987.)



9. ábra. A Szent András mélytörés környéki aktív feltolódások és gyűrődések tengelyei (Zoback és társai 1987.)

Fig. 9. Axes of active upthrusts and folds in the vicinity of the Saint Andreas deep fault (Zoback et al, 1987)

Рис. 9. Вали активных взбросов и складчатостей в области глубинного разлома Сан Андреас (Зобак и др., 1987)

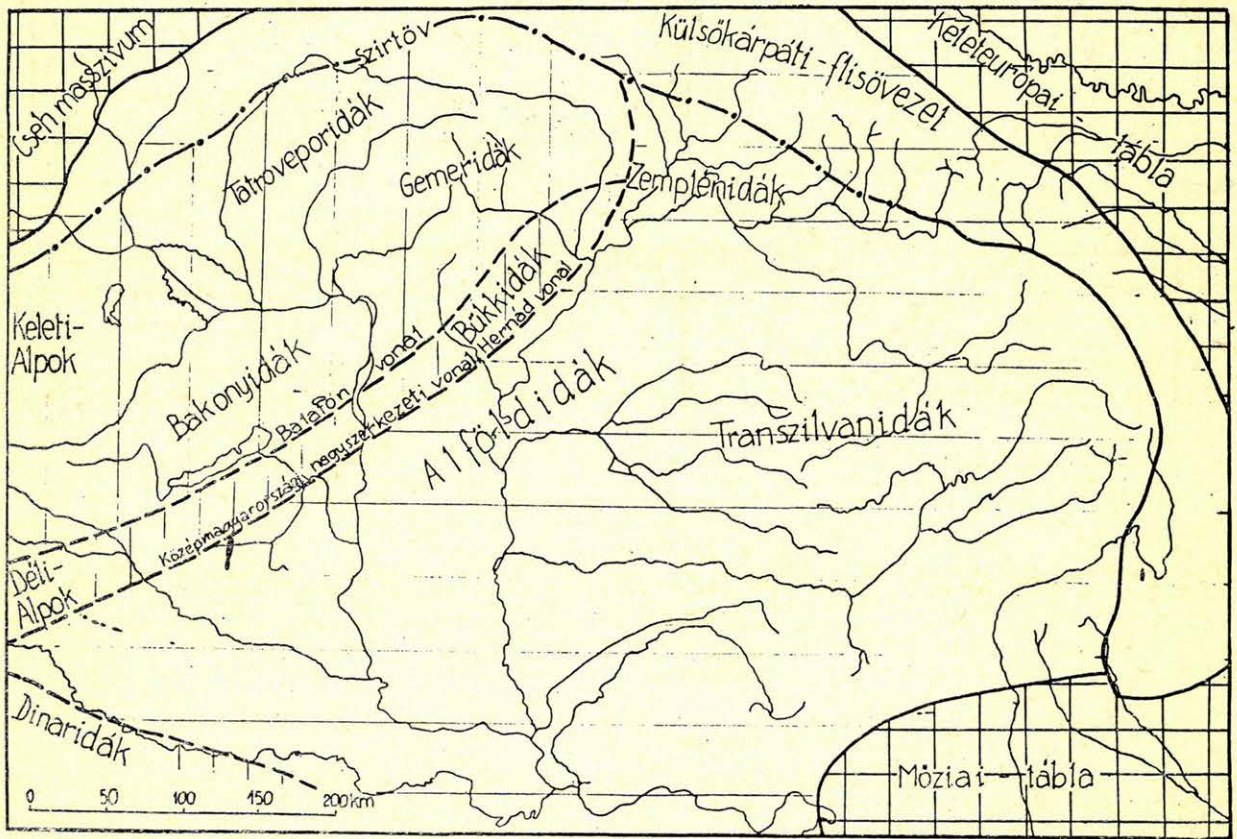
feltolódási jelenségek a fő eltolódási zónától távolodva csökkennek. Valószínű, hogy a litoszféra rendkívül meggyengült eltolódási zónájának a tektonikai főfeszültségek beforgatásában is megnyilvánuló hatása távolodva egyre csökken (Zoback, M. D. és társai 1987.).

Eltolódásos törésrendszerek

A medencealjzat alatt 74. és 81. szelvénykilométerek között meghatározott eltolódásos törészónán kívül (3. ábra) É-felé dőlő, csökkent amplitudójú zóna kezdődik a medencealjzat alatt 65. és 69. szelvénykilométerek között is. A fő eltolódásos törészónától É-ra eső területrészt erős tektonikai igénybevételére utal, hogy 42. és 45. szelvénykilométerek között egy D-felé lejtő zónára is következtetni lehet. Eltolódásra következtethetünk a 119. szelvénykilométernél a medencealjzat alatti É-felé dőlő törésnél is. Az ettől É-ra és D-re látható szeizmikus kép szintén éles jellegváltást mutat.

A törések meredekségéből arra következtethetünk, hogy az eltolódásos törések nagy része közel merőleges lehet a szelvényre. A leírtak alapján

feltételezhető, hogy az eltolódásos törések jelentős része és a kéreg-köpeny határtartomány feltolódásai lényegében egyetlen hatalmas átrendeződést okozó hatására vezethetők vissza. Nagyméretű eltolódások a preneogén medencealjzat nagyszerkezetének kialakulásakor tételezhetők fel. (Szepesházy K. 1975. Wein Gy., 1978, Majoros Gy. 1980., Kázmér M.—Kovács S. 1985., 1989., Brezsnysznyszy K.—Haas J. 1986., Burke, K.—Sengör, C. 1986., Fülöp J. 1989., Neubauer, F.—Genser, J. 1990., Márton E. 1981., 1987.). A mélyföldtani, faciológiai és rétegtani vizsgálatok alapján az elmúlt két évtizedben egyre világosabban körvonalazódott, hogy a — belső Kárpátok vonulata által egységbe foglalt — Pannon medence aljzatát ÉK—DNY-i csapás mentén keresztező vonal vagy övezet a medencealjzat két gyökeresen különböző felépítésű és eredetű részét választja el (10. ábra). A perm-alsókréta képződménycsoport felépítése és fáciesjellegei arra utalnak, hogy az északnyugati szerkezeti-faciális egység („Pelső Egység”) eredetileg a Tethys déli, afrikai része lehetett, míg a szerkezeti vonaltól jelenleg délkeletre elhelyezkedő egység („Tisza Egység”) a Tethys északi szegélyé-



Geo-91/3-10

10. ábra. A kárpáti térség paleozoós és mezozoós képződményeinek elrendeződése az alpi orogén fázisok befejezése után (Szepesházy K. „durva nagyszerkezeti vázlata” 1975.)

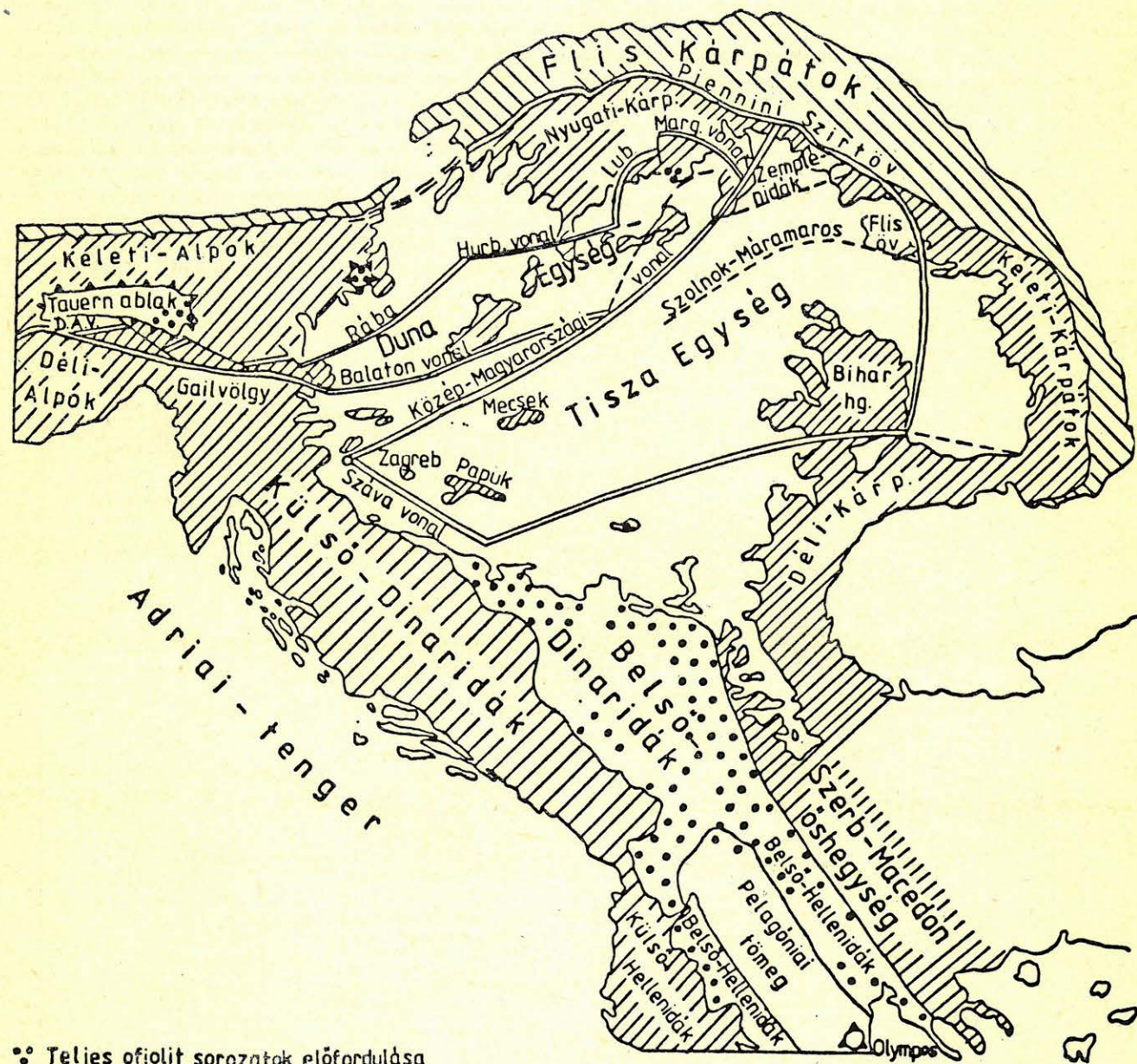
Fig. 10. Distribution of the Paleozoic and Mesozoic formations in the Carpathian area after the Alpine orogene phases (rough structural sketch, K. Szepesházy, 1975)

Рис. 10. Распределение палеозойских и мезозойских образований Карпатского региона после заканчивания альпийского орогенного этапа (Грубая структурная схема, К. Сепешхази, 1975)

hez tartozott korábban. (Pelso Egység alatt a Középmagyarországi vonal és a Rába vonal által határolt, a Tisza Egység és a Központi Alpi Egység közötti szerkezeti-faciális egységet szokás érteni. A Tisza Egység a Középmagyarországi nagyszerkezeti vonaltól délre elhelyezkedő, az Erdélyi Középhegységet is tartalmazó szerkezeti-faciális egység. A két nagy egység alapvető sztratiográfiai és fácies különbségeit illetően lényegileg egyetértés tapasztalható a kérdéssel foglalkozó kutatók között; a fejlődéstörténet és belső tagoló-

dás tekintetében, továbbá a tektonikai jelentőséget illetően azonban számos egymástól jelentősen eltérő nézet ismert. Lényegileg a nézetkülönbségek oka arra vezethető vissza, hogy a két nagy egység elsősorban faciális és nem szerkezeti egység.)

A középmagyarországi nagyszerkezeti vonal (vagy övezet) mentén érintkező két egység lényegében a szenon előtti állapotnak megfelelő tagolódást tükrözi. Az egységeken belül földtani fejlődéstörténetét tekintve is eltérő alegységek körvonalazhatók. Az itt bemutatásra került Pannon



•• Teljes ofiolit sorozatok előfordulása

Geo-91/3-11

11. ábra. A Pannon medence preneogén aljzatának vázlata Kázmér M. és Kovács S. szerint (1989.)

Fig. 11. Sketch of the pre-Neogene basement of the Pannonian basin (M. Kázmér, S. Kovács, 1989)

Рис. 11. Схема донеогенового фундамента Паннонского бассейна (М. Казмер, Ш. Ковач, 1989)

Geotraverz szelvények hosszabb szakasza a Tisza Egység területét határolja, azonban északnyugati része a Pelso Egységet képviselő aljzatról is képet ad. Véleményünk szerint a 2. ábrán a 74. és 81. szelvénykilométerek közötti szakasz azonosítható a Középmagyarországi nagyszerkezeti vonallal (helyesebben övezettel, mert az érintkezési zóna földtanilag gigantobreccsa jellegű képződményekkel jellemezhető és egy szélesebb zónát fog át). Sajnos mélyfúrásokkal alig ellenőrizhető ennek a szerkezeti zónának a jelenléte, pontosabban tükröződése a területen, mert mindössze a tiszagyendai fúrások jutottak olyan mezozoós képződményekbe, amelyek zavart szerkezete jelentős tektonikai zóna közelségére utal.

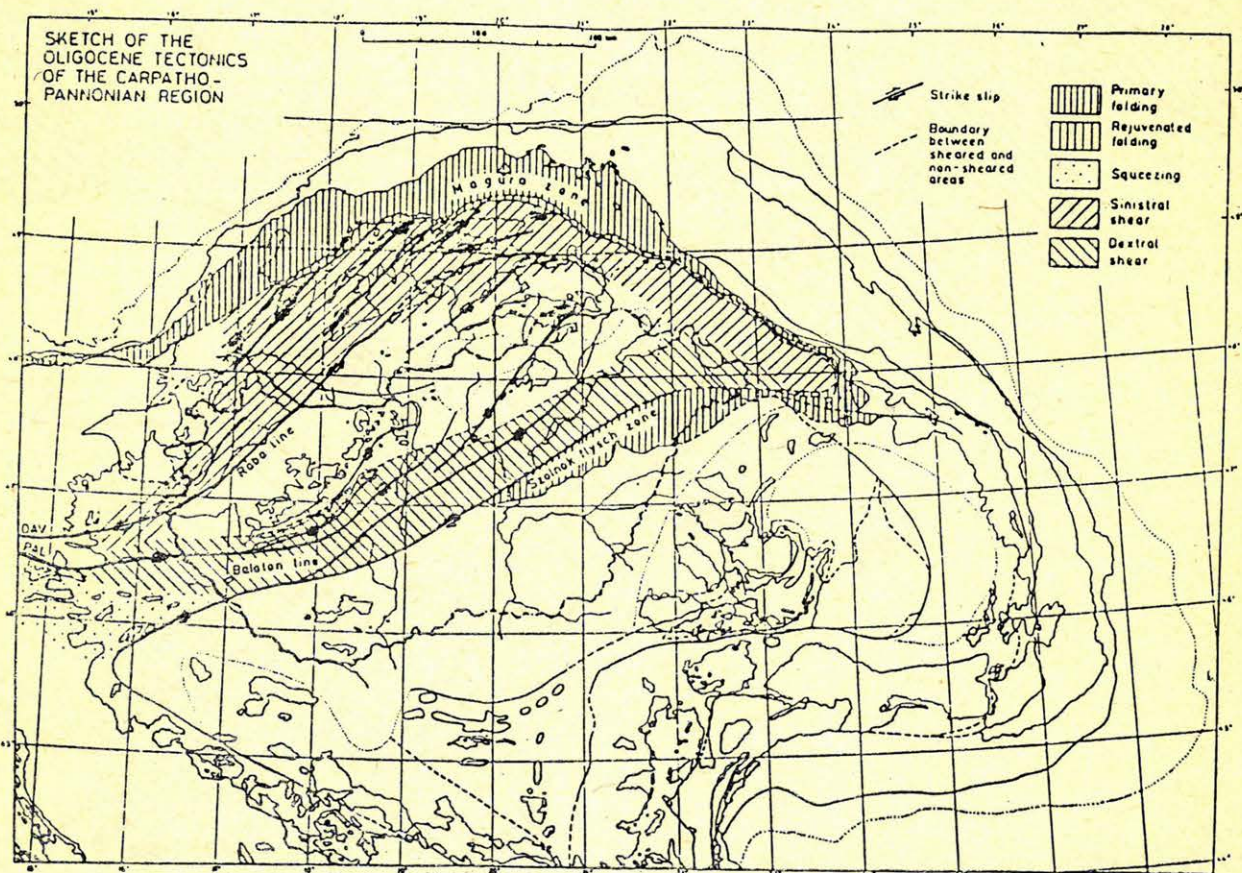
A mozgások korára vonatkozóan megoszlanak az elképzelések, a nagy kéregrészek vízszintes elmozdulását általában felső-kréta — paleogén időkeretbe szokás helyezni (Horváth F. és Rumlér J., 1984.)

Kázmér M. és Kovács S. (1985) szerint (11. ábra) a Magyar Középhegység 450—500 km-es kinyomódása a középső eocénben kezdődött és az oligocén végén fejeződhetett be. Ez 20—30 mm/év eltolódásnak felel meg. A középmagyarországi

törérendszer intenzív korszaka összevethető a kaliforniai nagy aktivitású törérendszerrel. A San Andreas törérendszer menti elmozdulás 25—35 mm/évre becsülhető (Zoback M. D. et al. 1987).

Balla Z. (1982., 1984., 1988.) a szolnoki flis-öv nagyfokú mobilitása alapján feltételezi, hogy a szenon óta az elsőrendű nagyszerkezeti határ a flis-öv mentén húzódik (12. ábra). Térképein feltüntetett határ a Pannon Geotraverz 71. illetve 84. szelvénykilométeréhez esik. Valószínűnek tartja, hogy az előzőekben említett jobbos eltolódások nagy része a kréta óta a flis-öv menti nagyszerkezeti vonal mentén zajlott le.

A Tisza egységként összefoglalt faciális területen a mélyfúrásokból és felszíni geológiai megfigyelésekből származó adatok szerint két, egymással közel párhuzamos lefutású mezozoós kifejlődési övezet mentén jelentősen eltérő kifejlődéssel jellemezhető zóna helyezkedik el. A perm- alsó-kréta komplexum kifejlődése a két övezetben jelentősen eltér egymástól, ami arra enged következtetni, hogy ezeknek a képződményeknek jelenlegi pozíciója nem egyezik meg vagy nem teljesen egyezik az eredeti ősföldrajzi helyzettel. A két övezet mezozoós fejlődéstörténete is igen jelentős különbsége-



Geo-91/3-12

12. ábra. Magyarország oligocén szerkezetének Balla Z. szerinti vázlata regionális keretben (1988.)

Fig. 12. Sketch of Oligocene structures of Hungary in a regional frame (Z. Balla, 1988)

Рис. 12. Схема олигоценовой структуры Венгрии в региональной рамке (З. Балла, 1988)

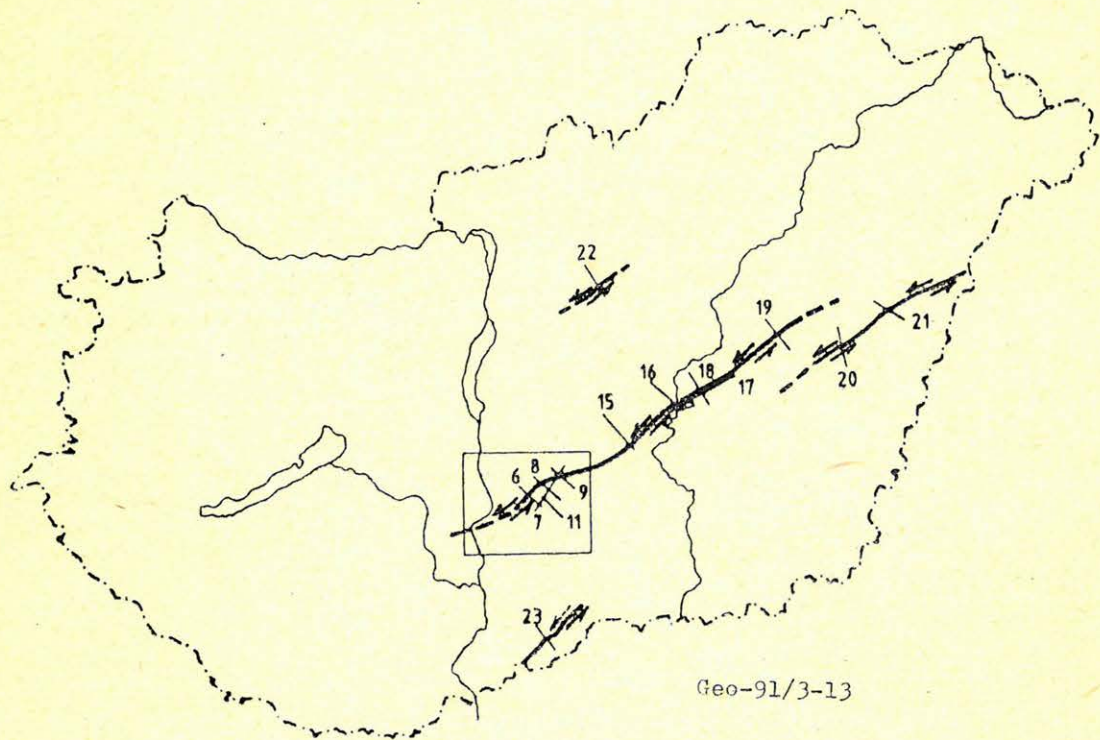
ket tükröz, a fácies övezetek közötti határ azonban éles. Okkal feltételezhető tehát, hogy a két övezet jelentős szerkezeti mozgások eredményeként került jelenlegi pozíciójába. A mozgások időbeliségére vonatkozóan kielégítően pontos adat egyelőre nincs, legvalószínűbben azonban harmadidőszaki tektonikai eseményekkel hozható a jelenlegi konfiguráció alakulása összefüggésbe. Egyelőre nem világos annak a mély törésnek a jelentősége földtanilag, ami a geotraverz 110. és 120. szelvénykilométere között helyezkedik el, mindössze feltételezzük, hogy esetleg az ún. mecseki és az ún. villányi fáciesöv érintkezési zónája lehet.

Feltételezzük, hogy a mélytörések a litoszféra olyan meggyengült zónáit alkotják, hogy egy részük a regionális tektonikai feszültségtér átrendeződése után is felújulhatott. A kéreg mélyebb részeit is harántoló törészónák felett a fiatal üledékes rétegekben kimutatott eltolódási törésekre alapozzuk feltevésünket (13. ábra). Az üledékes medencék kialakulásának vizsgálata alapján kimutatott neogén balos eltolódások (Horváth F., Royden L. 1981., Pogácsás Gy. és társai 1989.) egy része ilyen felújult törés is lehet.

Pogácsás Gy. és társai (1989). a Kiskőrös környékei részletező szeizmikus mérések eredményeinek vizsgálata alapján a Pannon kezdete óta 7,8–8 km mértékű balos elmozdulást határoztak meg. Ez 0,67 mm/év középsebességű mozgásnak felel meg.

A neogén során extenziós normál vetők és transzkurrens törések mentén történtek elmozdulások, ezek mellett azonban nem ritkák a rotáció és a lisztikus vetők mentén történt elmozdulások sem. A fiatal neogén mozgásokat kompressziós szerkezetek és transzkurrens vetők mentén történt elmozdulások jellemzik. Mindezek valamilyen mértékben rányomták bélyegüket az idősebb képződmények szerkezeti jellegeire is. A Pannon medence neotektonikai fejlődését alapvetően É–D-i irányú kompresszió és több irányban mutató extenzió jellemzi (Bergerat F., Geyssant J. és Lepvrierr C. 1984). Az extenzió csúcspontja a felső-miocénre tehető Bergerat et al. (1984) szerint, amikor is normál vetőkkel határolt kis különálló medencék jöttek létre.

Transzfer töréseket feltételezve (Horváth F. és Tari G. 1991.) valószínű, hogy a törések (14. ábra) között elhelyezkedő — a medencekifejlődés közben különböző mértékben megnyúlt — övekben forgató nyomoték is fellépett és az egyes kisebb blokkok torzulása, elfordulása ezzel magyarázható (Nicholson et al. 1986.). Az egyes tektonikai elemek azonosítása és a szerkezetfejlesztési értelmezésük további, jövődöbeli feladat, itt csak arra szándékoztunk rámutatni, hogy a Pannon Geotraverz mentén olyan jelentős szerkezeti formák felismerésére nyílt lehetőség, amelyek értelmezése további együttműködést és elmélyült elemzést kíván geo-



13. ábra. Az alföldi pannon-quarter eltolódások nyomvonala Pogácsás és társai (1989.) szerint

Fig. 13. Traces of the Pliocene and Quaternary age dislocations on the Great Hungarian Plain (Gy. Pogácsás et al, 1989)

Рис. 13. Трассы пannonских-четвертичных типов на Большой Венгерской Низменности (Д. Погпчаш и др., 1989)

fizikai és geológiai szakterülettől egyaránt. Feltétlenül kívánatosnak tartunk újabb feldolgozást végezni, amelynek adatai alapján a szelvény felsőbb szakaszának részletezésére is sor kerülhet.

Összefoglalás

A Pannon medence keleti részén meghatározott, a litoszférát harántoló, eltolódásos törérendszer jól egyeztethető mind a preneogén medencealjzat, mind a neogén medence szerkezetével. A leírt vizsgálatok alapján valószínűnek tartjuk, hogy a preneogén medencealjzat szerkezetének kialakulásakor keletkezett eltolódásos törések a litoszféra kis szilárdságú zónáit alkotják és ezért a medence kialakulásakor felújultak és a medence üledékekben is nyomozhatók. A mélytörésekkel kapcsolatos mobilis övek mind a medencealjzat, mind a kainozoos üledékek finom szerkezetét és tárolókéességét befolyásolták. Az eredmények figyelembevétele mind a szénhidrogének, mind a nagy entalpiájú, geotermikus tárolók feltárását elősegítheti.

Köszönetnyilvánítás

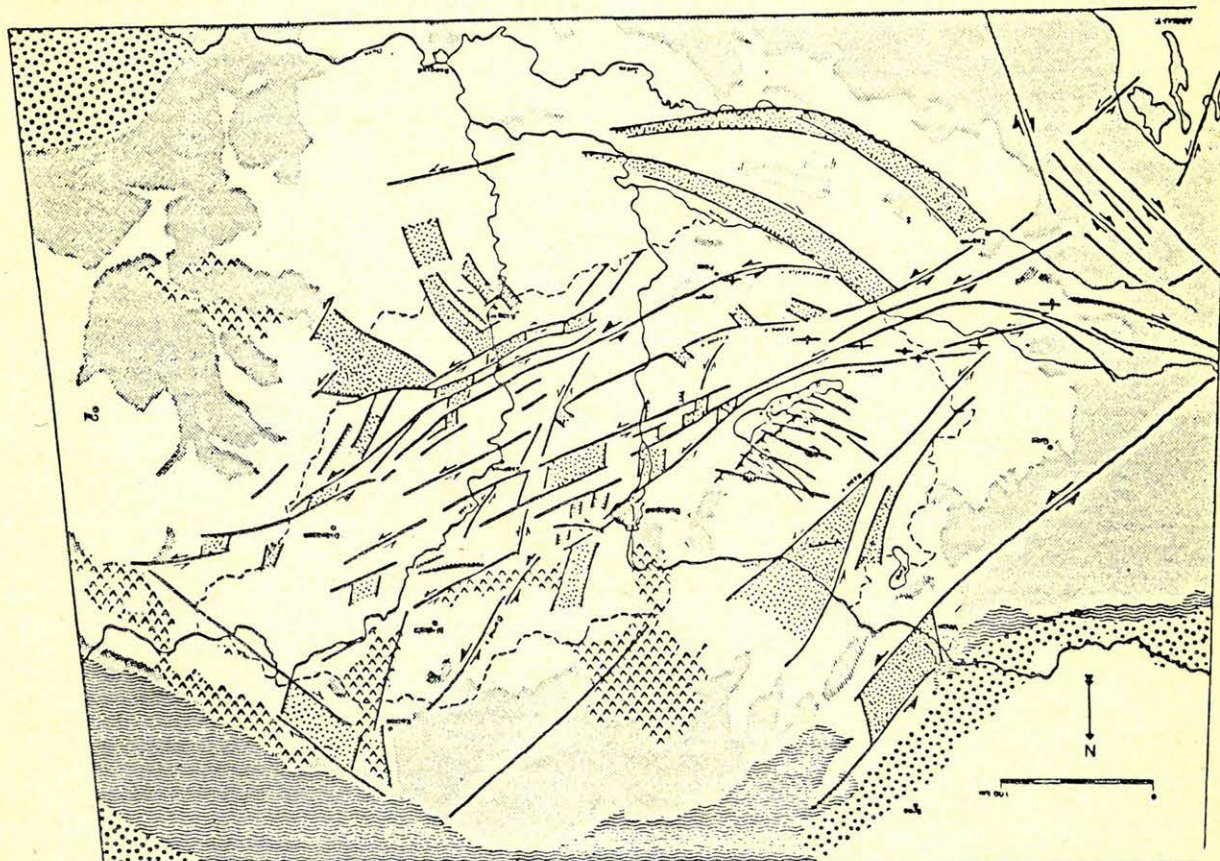
Ezúton is köszönjük a Magyar Tudományos Akadémia Országos Kutatási Alapja és a Központi

Földtani Hivatal vezetőségének, hogy a kutatásokat szellemileg és anyagilag is támogatta. Köszönjük az adatgyűjtésben, a számítógépes feldolgozásban és a cikk kivitelezésében közreműködő kollégák segítségét.

Külön köszönjük az OTKA kutatásban együttműködő kollégák munkáját, tanácsait, amelyekkel az eredmények értelmezését elősegítették.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Albu I., Bokody T., György L., Pintér A., Szeidovitz Gyné, Timár Z. 1978: Geofizikai kutatás az Alföldön. ELGI 1977. évi jelentése. 54—56. old.
- Albu I. és Timár Z. 1983: Hajdúsági szeizmikus mérések újrafeldolgozásának eredményei. ELGI 1982. évi jelentése. 87—88. old.
- Balla Z. 1982.: Development of the Pannonian basin basement through the Cretaceous — Cenozoic collision: A new synthesis. Tectonophysics. 88. 1/2. 61—102. old.
- Balla, Z. 1984.: The Carpathian loop and the Pannonian Basin: a kinematic analysis. Geofizikai Közlemények. Vol. 30. No. 4., 313—353. old.
- Bergerat, F.—Geyssant, J.—Lepvrier, C. 1984.: Neotectonic outline of the intra-Carpathian basins in Hungary — Acta Geol. Hung., 27. pp. 237—249. 297—303.
- Burke, K. és Sengör, C. 1986.: Tectonic escape in the evolution of the continental crust. Reflection seismology: The continental crust. Szerk. Barazangi, M., Brown, L., AGU Geodynamic series. Vol. 14. 41—53. old.



Geo-91/3-14

14. ábra. A Kárpát—Pannon terület kinematikai modellje Horváth F. (1987.) szerint

Fig. 14. Kinematic model of the Carpathian-Pannonian region (F. Horváth, 1987)

Рис. 14. Кинематическая модель Карпато-Паннонского региона (Ф. Хорват, 1987.)

- Dank, V., Fülöp, J., Ádám, O., Bardócz, B., Bérczi, I., Brezsnayánszky, K., Császár, G., Haas, J., Hámor, G., Horváth, F., Jámor, A., Karsai, M., Nagy, E., Pogácsás Gy., Ráner G., Rümpler, J., Sikhegyi F., Szederkényi T., Völgyi L., Zelenka, T. 1990.: Magyarország szerkezetföldtani térképe. Magyarország földtani atlasza. 1 : 500 000. Földt. Int. kiadv.
- D. Lőrincz K., Polcz I., Szabó P. 1990.: A Szolnok—Törökszentmiklós környékén végzett szeizmikus reflexiós mérések. Az ELGI 1988—89. évi jelentése. 65—69. old.
- Flack, C. és Warner, M. 1990.: Three-dimensional mapping of seismic reflection from the crust and upper mantle, northwest of Scotland. Tectonophysics, 173. 469—481. old.
- Fülöp J. 1989.: Bevezetés Magyarország geológiájába. Akadémia Kiadó, Budapest 193—211. old.
- Horváth F. és Royden, L. 1981.: Mechanism for the formation of the Intra-Carpathian basins: a review. Earth evolution sciences 3—4. 307—316. old.
- Horváth F.—Rümpler, J. 1984.: The Pannonian basement: extension and subsidence of an Alpine orogene — Acta Geol. Hung., 27., pp. 229—235.
- Horváth F. és Tari G. 1991.: Legújabb nagytektonikai eredmények és ezek jelentősége a Pannon-medence szerkezetfejlődésének vizsgálatában. Posgay: litoszféra és az asztenoszféra alap kutatása. OTKA jelentés. 111—136. old.
- Kázmér M. és Kovács S. 1985.: Permian-Paleogene palaeogeography along the eastern part of the Insubric-Periadriatic lineament system: Evidence for the continental escape of the Bakony-Drauzug unit. Acta Geol. Hung., 28: 71—84. old.
- Lemiszki P. J. és Brown, L. D. 1988.: Variable crustal structure of strike-slip fault zones as observed on deep seismic reflection profiles. Geological Society of America Bulletin. V. 100. 665—676. old.
- Majoros Gy. 1980.: Problems of Permian sedimentation in the Transdanubian Central Mountains: a paleogeographic model and some conclusions. Földt. Közl. 110. 323—341. old.
- Márton, E. 1981.: Tectonic implication of paleomagnetic data for the Carpatho-Pannonian region. Earth evolution sciences 3—4., 257—264. old.
- Márton, E. 1987.: Paleomagnetism and tectonics in the mediterranean region. Journal of Geodynamics 7., 35—37. old.
- Neubauer, F. és Genzer, J. 1990.: Architektur und Kinetik der östlichen Zentralalpen — eine Übersicht. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark. Graz. 203—219. old.
- Nicholson, C., Seeber, L., Williams, P. and Sykes, L. R. 1986.: Seismicity and fault kinematics through the Eastern Transverse Ranges, southern California: block rotation, strike-slip faulting and low-angle thrusts. J. Geophys. Res. 81, 4891—4908. old.
- Pogácsás Gy., Lakatos L., Barvitz A., Vakarcz G., Farkas Cs. 1989.: Pliocén-quarter oldaleltolódások a Nagyalföldön, Általános Földtani Szemle 24. 149—169. old.
- Posgay K., Albu I., Bodoky T., Kengyel M., Komjáthy I., Korvin G., Kovács B., Németh G., Petrovics I. 1979.: Szeizmikus módszer és műszerkutatás. ELGI 1978. évi jelentése. 55—66. old.
- Posgay K., Albu I., Bodoky T., Korvin G., Petrovics I., Polcz I., Rácz I. 1980.: Szeizmikus módszer és műszerkutatás. ELGI 1979. évi jelentése 45—51. old.
- Posgay K., Albu I., Bodoky T., Kaszás M., Kovács B., Ráner G. 1981.: Szeizmikus módszer és műszerkutatás. ELGI 1980. évi jelentése 61—72. old.
- Posgay K., Hegedűs E., Timár Z. 1991.: Szeizmikus reflexiós kutatások a Pannon Beotraverz mentén. ELGI 1990. évi jelentése — megj. foly.
- Samu L. 1985.: A derecskei medence neogén tektonikája szeizmikus szelvények alapján. Magyar Geofizika. XXVI. 5—6. 182—199. old.
- Szeidovitz Győzőné 1991.: Jelentés a Tiszagyenda—Fegyvernek környékén 1988—1989-ben végzett szeizmikus reflexiós mérésekről.
- Szepesházy K. 1975.: Az Északkeleti-Kárpátok Földtani felépítésének és a kárpáti térségben való nagyszerkezeti helyzetének vázlata. Ált. Földt. Szemle 8. 45—59. old.
- Zoback, M. D., Zoback, M. L., Mount, V. S., Suppe, J., Eaton, J. P., Healy, J. H., Oppenheimer, D., Reasenber, P., Jones, L., Raleigh, C. B., Wong, J. G., Scotti, O., Wentworth, C. 1987.: New evidence on the state of stress of the San Andreas fault system. Science 238. 1105—1111. old.
- Wein, Gy. 1978.: A Kárpát-medence alpi tektogenezeise. MÁFI évi jelentése az 1976. évről.

Újabb archeomágneses irányadatok az elmúlt kétezer évből

M Á R T O N P É T E R*

Az elmúlt ásatási szezonban 18 égett agyag objektumot mintáztunk meg archeomágneses mérések céljára. 15 struktúra szolgáltatott mágneses irányadatokat, amelyek összhangban vannak a hasonló archeológiai korú objektumokra vonatkozó eddigi eredményekkel, illetve várt adatokkal. Egy lelet esetén talákoztunk refrakcióra utaló, néhány fokkal kisebb inklinációval, egy másiknál pedig későbbi deformáció miatt a mágneses irányadatokat a deformálatlan állapotra kellett redukálni.

The last excavation season yielded 15 archaeomagnetically useful structures distributed over the past 2000 years in age. In general, the measured magnetic directional data are in agreement with the expected ones for the respective archaeological ages. Inclination shallowing due, probably, to refraction was encountered only in one structure, while correction for wall fall-in had to be applied for another.

Результатами последних раскопок с точки зрения археоманитных исследований являются 15 полезных структур из последних 2000 лет. Измеренные магнитные дирекционные данные вообще совпадают с ожидаемыми по археологическому возрасту значениями. Уменьшающаяся инклинация, указывающая на вероятное отражение, встречена только в случае одной структуры, а в случае другой было необходимым восстановить исходные состояния магнитных дирекционных данных из-за деформации.

Bevezetés

A hazai archeomágneses adatok eddigi legteljesebb összefoglalását [1] nyújtja, amely egyaránt tartalmazza az 1990-ig elvégzett mérések eredményeit valamint a fellelhető közvetlen észlelési adatokat.

A vizsgált időszak — lényegében az elmúlt kétezer év — első hétszáz évében (i. e. 250—i. u. 450) a deklinációk zérus körül szórnak, az inklinációk a múlt idővel nagyjából egyenletesen, mintegy 10°-ot csökkennek (68°-ról 58°-ra). A következő kétszáz évre még nincs adatunk. Az Avar korra (durván i. u. 600 és 800 között) eső leletek negatív deklinációt és meredek (~70°) inklinációt mutatnak, majd a kilencedik századtól a deklináció gyorsan növekszik. Maximumát (>20°) 950 körül éri el, ahonnan kb. 1350-ig néhány fokos pozitív értékre csökken le. Az inklináció középkori maximuma valószínűleg az Avar kor végére esik, ezután monoton csökkenés következik. A minimum (56°) kb. 1300 körül található, majd növekedést tapasztaltunk egészen az Eötvös Loránd egyik mérési eredményével reprezentált 1669-es maximum (~70°) eléréséig. A deklinációra 1200 és 1600 között mindössze négy adatunk van, ami túl kevés egy trend felvázolásához. Tudjuk viszont, hogy a deklináció értéke 1500 körül Budán kb. 10° volt, továbbá, hogy 1650-ben volt zérus, ezután monoton csökkenve 1792-ben érte el újkori minimumát (–16°). Kb. 1700-tól napjainkig mindkét mágneses elem menetét jól ismerjük.

Az elmúlt, 1990-es ásatási szezonban 18 égett struktúrából 170 archeomágneses minta került

begyűjtésre egyrészt az adatbázis továbbfejlesztése, másrészt kormeghatározás céljából. A következőkben ezekről a mérésekről számolunk be. A struktúrák számát tekintve jelen méréseink az 1990 előtt végzett méréseknek mintegy 30%-át teszik ki.

Módszer

Az archeomágneses mintagyűjtést a régészeti feltárással párhuzamosan vagy közvetlenül annak befejezése után végeztük el. A minták orientálásához mágneses tájolót használtunk. Kézipéldányokat gyűjtöttünk, amelyekből utólag 2 cm-es kokkák készültek az orientáció megtartásával.

A remanencia mérések JR–2 és JR–4 típusú magnetométereken történtek, tisztításra pedig termikus lemágnesezést alkalmaztunk két struktúra kivételével, ahol váltakozó mágneses térrel tisztítottunk.

Minden egyes magnetométeres mintát lépésenkénti részletes lemágnesezésnek vetettük alá. A tisztítást egészen addig folytattuk, amíg a lemágnesezési görbe menetéből nyilvánvalóvá nem vált, hogy egykomponensű, a régivel azonosítható mágnesezettséggel állunk szemben. Minthogy mintáink átégett agyagból vagy egyéb égett földből állnak, lemágnesezési viselkedésük viszonylag egyszerű: az újabbkeletű, ráakódott mágnesezettség könnyen tisztítható, a maradék pedig az ősi, az utolsó lehűléssel egyidőben felvett termoremanens mágnesezettségként értelmezhető (1. ábra). E primér mágnesezettség irányát objektumonként definiáljuk, az adott struktúrát reprezentáló minták primér mágneses irányainak átlagirányaként, amelyet [2] alapján számítunk ki, a jellemző statisztikai paraméterekkel együtt.

Az e munka keretében mintázott 18 lelet közül csupán három nem adott eredményt, amelynek indoklására a későbbiekben visszatérünk.

* ELTE Geofizikai Tanszék H–1083 Budapest, Ludovika tér 2.

A mérési eredmények és értékelésük

A mérési eredményeket az 1. táblázat foglalja össze, amelyből többek között látható, hogy vizsgált mintáink alapvetően hét lelőhelyről (ásatásról) származnak és lelőhelyenként legalább két struktúrát képviselnek. Az összeállítás időrendi sorrendben történt, a koradatok az ásató régészek korbecslései, amelyeket régészeti módszerekkel tettek. A mérési adatok az adott struktúrára vonatkozó átlagos mágneses deklináció és inklináció, amelyek Fisher [2] szerinti statisztikai

paraméterei a pontosság (k) és (α_{95}°) a középírány 95% szintű konfidenciasugara. Az eddigi gyakorlatnak megfelelően az inklinációk Budapestre redukált értékeit is megadtuk. Az átszámítást a szokásos centrikus dipóltér feltételezéssel végeztük el. Az optimális tisztítás oszlopban azt a lemágnesezési fázist jelöltük meg, amelyben az ősi mágnesezettség a legpontosabban definiálható. Végül az utolsó oszlopban azt a lemágnesezési értéket tüntettük fel, ameddig el kellett menni ahhoz, hogy a mágnesezettség egykomponensű jellege nyilvánvalóvá váljék (maximális tisztítás).

1. táblázat Table 1., Табл. 1

Archeomágneses irányadatok

Magyarázat: N/N_0 : hasznos/összes minták száma, D° : közepes deklináció, I° : közepes inklináció, I°_{BP} : Budapestre redukált közepes inklináció, k , α_{95}° : Fisher-féle statisztikai paraméterek, Δ : különbségvektor a megjelölt tisztítási intervallumban

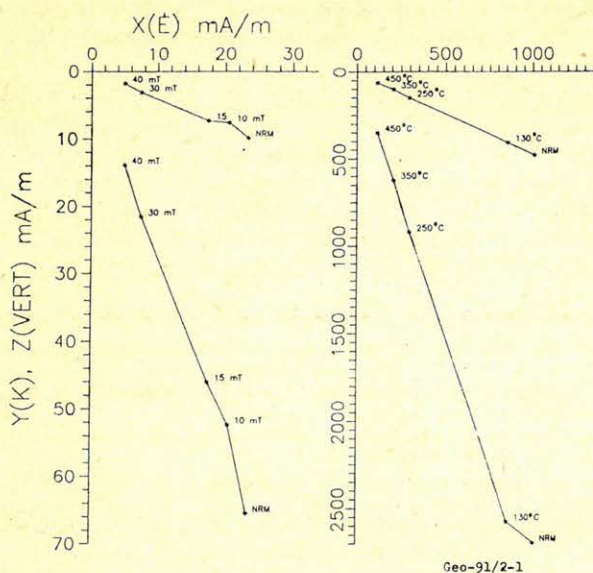
Archaeomagnetic directional results of the present study

Explanations: N/N_0 : useful/total number of samples; D° : mean archaeomagnetic declination; I° : mean archaeomagnetic inclination; I°_{BP} : mean archaeomagnetic inclination reduced to Budapest; k , α_{95}° : Fisher statistical parameters; Δ : subtracted vector taken in the indicated demagnetization interval; The last two columns show the optimum, respectively maximum demagnetization temperature/a. f. amplitude.

Археоманнитые дирекционные данные

Объяснение: N/N_0 : количества полезных и всех отсчетов; D° : средняя деклинация; I° : средняя инклинация; I°_{BP} : средняя инклинация приведенная к Будапешту; k , α_{95}° : статистические параметры Фишера; Δ разностный вектор в отмеченном участке стирания;

Lelőhely/struktúra Régészeti kor	N/N_0	D°	I° I°_{BP}	k	α_{95}°	Tisztítás opt.	max.
1. SZÁZHALOMBATTA i. e. 1800							
a) átégett homok	8/8	338.2	63.7 63.9	612	2.2	150 °C	500 °C
b) bronz öntőműhely	0/5	—	—	—	—		450 °C
2. SOPRON							
a) fazekaskemence	10/11	355.4	60.6 60.3	416	2.4	250 °C	350 °C
b) kemence	8/8	15.8	55.1 55.4	594	2.3	$\Delta(200-400)$ °C	500 °C
3. KÁROS IX—X. század							
a) kemence	8/8	351.0	71.6 71.3	243	3.6	250 °C	450 °C
b) kemence	6/6	343.9	69.8 69.6	795	2.4	$\Delta(130-350)$ °C	450 °C
c) kemence	6/6	351.5	73.0 72.7	1356	1.8	350, 250 °C	450 °C
d) kemence	8/13	15.2	65.2 64.2	329	3.1	350(250) °C	450 °C
e) kemence	8/8	23.2	67.3 66.8	482	2.5	250(350) °C	450 °C
f) kemence	10/10	18.8	69.5 68.6	271	2.9	250 °C	450 °C
4. GYŐR—MÉNFOCSARNOK							
Római v. Árpád kor							
a) kemence	9/9	24.5	60.3 60.6	302	3.0	130 °C	450 °C
b) kemence	6/6	14.4	64.1 64.3	174	5.1	250 °C	450 °C
5. HIDEGSÉG XII. sz.							
a) füstölő	12/12	12.2	62.7 62.8	433	2.1	10 mT/250 °C	70 mT
b) kemence	10/12	18.0	58.8 59.1	296	3.2	20 mT	40 mT
c) kemence	10/12	19.7	58.7 59.2	222	3.2	20 mT	40 mT
6. SZENTKIRÁLY							
a) szemeskályha	11/11	16.5	66.8 67.0	430	2.2	150 °C	400 °C
1570—1606							
b) kályha							
XV. sz.	0/8	—	—	—	—		100 mT
7. NAGYRÉV XVII. sz. (?)							
a) tűzhely	10/9	353.9	66.6 67.0	335	2.8	20 mT	70 mT
b) tűzhely	0/4	—	—	—	—		70 mT



1. ábra. Két kiválasztott minta ortogonális lemágnesezési diagramja, amely a mágnesezettség vektorának az $X(E)-Y(K)$, illetve az $X(E)-Z$ (vertikális) síkokra vett vetületét mutatja a lemágnesezés folyamán. NRM a kezdeti mágnesezettséget jelöli. A minták lemágnesezési viselkedése általában egyszerű. A ráakódott mágnesezettség az első tisztítási fázisban (10 mT, ill. 130 °C) lemágneseződik, a maradék — lassabban csökkenő komponens — pedig a régmúlt időben felvett mágnesezettséggel azonosítható

Fig. 1. Orthogonal demagnetization diagrams for two (selected) specimens showing simple behaviour of the NRM both during alternating field and thermal demagnetization. Endpoints of the remanence vector are shown on the horizontal (X, Y) and one of the vertical (X, Z) planes in the geomagnetic coordinate system during demagnetization

Пис. 1. Ортогональная диаграмма размагничивания двух выбранных отсчетов, демонстрирующая проекцию вектора намагниченности на плоскостях $x(C)-y(B)$ и $x(C)-z$ верт. при размагничивании. NRM отмечает начальную намагниченность. Процесс размагничивания отсчетов является вообще простым. Нанесенная намагниченность размагничивается в первой фазе стирания (10 мТ, и 130 °C), остаточный — более медленно уменьшающийся — компонент идентифицируется как намагниченность далекого прошлого

Az 1. táblázat 1/a tétele elszigetelt adat a korai bronzkorból. Az 1/b tétel egy bronzöntőműhely maradványainak megjelölésére szolgál. Ez az objektum nem adott eredményt valószínűleg azért, mert mintázásra kerülő részei nem az eredeti helyükön feküdtek, ami viszont mintavételkor nem látszott.

A 2/a tétel azonos a Bevezetésben idézett [1] munka 1. táblázatának 10. tételével. Itteni szerepeltetését mindössze az indokolja, hogy a helyes deklináció kéttized fokkal nagyobb, mint az eredeti cikkben feltüntetett. A 2/b tétel inklináció adata viszont túl kicsinek tűnik az Árpád korra. Mint-hogy 55°-os inklináció a Római kor után 1300 előtt nem várható, lehetséges, hogy itt refrakció okozta inklináció redukcióval állunk szemben.

A feltevés jogosságát vizsgálva a mintákon szuszceptibilitás méréseket végeztünk. Legtöbbjük valóban anizotróp: a nehéz mágneses irány merőleges a kemencealjra.

A 3. tétel első három kemencéje (a, b, c) negatív, az utolsó három kemencéje (d, e, f) viszont pozitív deklinációjú. Becslésünk szerint [1] a deklináció előjelváltása i. u. 900 körül következett be, amelyet ily módon az első három kemence utolsó kiégése megelőzött, tehát a, b és c idősebbek, mint d, e és f. A különbség az inklinációban is tükröződik, u. i. a, b és c átlagos inklinációja nagyobb, mint d, e és f (együttes) inklinációja (v. ö. Bevezetés).

A 4. tételben szereplő objektumokat az ásató régészek szerint vagy Római vagy Árpád korának kellene tekintenünk. A nagy pozitív deklináció viszont a kemencéket egyértelműen az Árpád korra keltezi.

Az 5. tétel három különböző objektuma egymás között konzisztens eredményeket ad, amelyek átlaga archeomágnesesen is a XII. sz. végére jellemző adat.

A 6/a tétel fontos, hézagpótló bázisadat. Érdekessége a viszonylag nagy pozitív deklináció, amely ha további adatokkal megerősítést nyer azt jelenti, hogy az 1650-es pozitívból negatívba történő deklináció átmenet (v. ö. Bevezetés) igen gyorsan ment végbe. Sajnos a 6/b tételhez tartozó kályhafenek tapasztás nem adott eredményt; valószínűleg nem volt kellő hőfokra hevítve.

A 7/a tétel kis negatív deklinációja és viszonylag nagy inklinációja a struktúrát a XVII. század második felére keltezi, amely jól egyezik a régészeti megfigyelés alapján eredetileg becsült korrallal. A 7/b félig kiásott tűzhelyből eddig mindössze négy mintát lehetett venni, amelyek viszont nem bizonyultak elegendőnek egy átlagos mágnesezettség definiálására.

Egy részletvizsgálat

A hidegségi Árpád kori füstölő (1. táblázat 5/a tétel) három közel függőleges falából és viszonylag sima aljából vett mintáinkat részletes vizsgálatnak vetettük alá annak eldöntésére, hogy egyrészt a struktúrát ért későbbi deformáció, másrészt a mintavétel helye a maradványon belül hatással van-e az eredményre. Minden egyes kézipéldányból hat-hat magnetométeres mintát vágunk ki, úgyhogy a szokásos egy-kettő helyett hat mérésorozatot készült. Az eredményeket a 2. táblázat mutatja. A nyers irányadatok (első eredményoszlop, D° , I°) szerint úgy tűnik, hogy a struktúrához viszonyítva azonos helyzetű minták hasonló eredményt adnak (pl. azonos azimutú falból vagy az aljból vett minták), ezek átlagai viszont egymástól többé-kevésbé különböznek (második eredményoszlop, D° , I°). A terepi megfigyelés szerint azonban a két szembenfekvő fal ($Az = 216^\circ$ és $Az = 25^\circ$) mintegy 6° -kal befelé dől. Ezt utólagos deformációnak tekintve, a mágneses irányadatokat a falak függőlegesnek feltételezett eredeti helyzetére redukáltuk, amelyet e két falrészhez tartozó irányadatok gyakorlati-

Részletes mágneses irányadatok egy Árpád kori struktúrából
(v. ö. 1. táblázat, 5/a. tétel)

Magyarázat: Az° : a struktúra belseje felé mutató falnormális azimutja, n : az átlagolásban szereplő adatok száma, D°/D_c° : közepes deklináció korrekció előtt/után, I°/I_c° : közepes inklináció korrekció előtt/után, k , α_{95}° : Fisher-féle statisztikai paraméterek

Detailed magnetic directional data for a walled rectangular structure of Árpád age (c., f, Table 1, Item 5/a)

Explanations: Az° : azimuth of the wall normal; n : number of data; D°/D_c° : mean declination before/after correction; for wall fall-in; I°/I_c° : mean inclination before/after correction; for wall fall-in; k , α_{95}° : Fisher statistical parameters;

Детальные магнитные дирекционные данные из структуры эпохи Арпадов

Объяснение: Az° : азимут направления перпендикулярно к стене, указывающего во внутрь структуры; количество отсчетов участвующих в усреднении; D°/D_c° : средняя деклинация до/после поправки; I°/I_c° : средняя инклинация до/после поправки; k , α_{95}° : статистические параметры Фишера

Az°	n	D°/D_c°	I°/I_c°	k	α_{95}°	n	D°/D_c°	I°/I_c°	k	α_{95}°	n	D°/D_c°	I°/I_c°	k	α_{95}°
216	5	26.1	56.0	627	3.1										
		24.0	62.4												
	6	16.4	55.4	1206	1.9										
		12.5	61.5			4	20.0	57.5	632	3.7					
	6	17.8	57.9	1866	1.6	4	16.5	63.7	632	3.7					
		13.7	64.0												
	6	19.8	60.3	757	2.4										
		15.7	66.5												
25	6	16.4	70.1	1087	2.0						3	13.1	62.0	124	11.1
		18.2	64.1			2	14.0	69.1	—	—	3	12.3	62.1	414	6.1
	6	11.9	68.0	745	2.5	2	16.2	63.2	—	—					
		14.4	62.1												
116	6	4.3	60.5	1294	1.9										
	6	2.7	57.3	390	3.4	3	5.2	59.1	1237	3.5					
	6	8.8	59.4	1162	2.0										
—	6	15.5	64.1	2984	1.2										
	6	5.9	66.0	2084	1.5	3	11.6	64.3	910	4.1	3.	11.6	64.3	910	4.1
	6	12.9	62.7	628	2.7										
Átlagok:															
	12	13.4	61.6	192	3.1	4	12.7	62.6	179	6.9	2	12.4	62.3	—	—
	12	12.2	62.7	433	2.1	4	12.1	62.7	556	3.9	2	12.0	63.2	—	—

lag azonossá váltak (első és második eredményoszlop, D_c° , I_c°) és egyben közel kerültek az alj átlagos irányadataihoz is (második eredményoszlop, aljra vonatkozó D° , I°). Ezzel hebizonyosodott, hogy a szembenfekvő falak deformációja egyrészt a kiegészítés után történt, másrészt a mágnesezettséget nem változtatta meg. A középső falra ($Az=116^\circ$) vonatkozó irányadat szintén illeszthető volna a többi háromhoz, ha itt is fel szabadna tételteni egy kb. 6° -os „bedőlést”, amelyre azonban nincs bizonyíték, ui. a minták a fal aljától származnak, ami mintavételkor deformációmentesnek látszott. Ezek után az adott struktúrára vonatkozó archeomágneses középírányt a két behajló fal korrigált, valamint a harmadik fal és az alj korrigálatlan mágneses irányainak (vagy átlagírányainak) középírányaként definiáljuk (három, statisztikailag egymással ekvivalens eredmény a 2. táblázat utolsó sorában). Az 1. táblázatban lévő megfelelő adat ezek közül az első.

Köszönetnyilvánítás

Ásatásaiakon mintázva, Százhalombattán Poroszlai Ildikó, Sopronban és Hidegségben Gömöri János, Győr—Ménfőcsanakon Tomka Péter és Jerem Erzsébet, Karoson Wolf Mária, Szentkirályon Pálóczi Horváth András, Nagyréven pedig Laszlovszky József régész kollégák voltak segítségemre. Együttműködésükért ezúton mondok köszönetet.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Márton, P. 1990. Archaeomagnetic directional data from Hungary: some new results. In: Pernicka, E. and Wagner, G. (Eds.) Archaeometry '90 Birkhäuser Verlag, Basel, 569—576.
- [2] Fisher, R. A. 1953. Dispersion on a sphere. Proc. Roy. Soc. Ser. A., 217, 295—305.

A Zagyva-árok paleogén képződményeinek szekvencia sztratifráfiai viszonyai

LAKATOS LÁSZLÓ*—VÁRADI MÁRIA*—POGÁCSÁS GYÖRGY*—
NAGYMAROSY ANDRÁS**—KISS BERTALAN*—BARVITZ ANIKÓ*

A dolgozat a Zagyva-árok területén mélyült fúrások reambulációs nannoplankton biosztratifráfiai vizsgálatain és mélyfúrások karotázs korrelációján alapuló szekvencia sztratifráfiai elemzés eredményeit foglalja össze. A paleogén-alsómiocén cikluson belül hét, a tektonika és az eusztatikus vízszintváltozás által meghatározott lerakódási fázis különíthető el.

Az első fázis a priabónai transzgresszió (39,4 Mé—36 Mé, NP18—NP21 alsó része), a második az eocén-oligocén határon bekövetkezett tengerszintesökkenés (36 Mé—35,5 Mé, NP21 felső része), a harmadik az alsókiscellienben fokozatosan kialakuló regresszív periódus (35,5 Mé—30,5 Mé, NP22—NP23), a negyedik a felsőkiscellien elején végbement nagyméretű globális tengerszint csökkenés (30,5 Mé—29,5 Mé, NP24 alsó része), ötödik a felsőkiscellienben lezajlott tektono-eusztatikus transzgresszió (29,5 Mé—29 Mé, NP24 felső része). A hatodik szakaszban az alsóegerien elején megállt a medence gyors süllyedése és megindult a transzgresszió (29 Mé—28,4 Mé, NP24 felső része). A hetedik szakasz az alsóegerientől az alsóottnangienig tartó regresszió (28,4 Mé—18,5 Mé, NP25—NN3 alsó része), amely további négy részre tagolható.

Az egyes fúrásokban elkülönített nannoplankton biosztratifráfiai egységek a fúrások között szeizmikus szelvények alapján korrelálhatók. A szeizmikus azonosítás során az egri és kiscelli képződményeken belül lokális diszkordancia (onlap és downlap) felület volt kijelölhető.

The paper presents the results of a sequence stratigraphic depositional model in the Zagyva trough, Northern Hungarian Paleogene Area, based on the re-evaluated nannofossil biostratigraphic development and well log correlation of hydrocarbon exploration boreholes. In the Paleogene-Lower Miocene series can be separated seven depositional periods controlled by tectonic subsidence and global eustatic changes.

The first period was the Priabonian transgression (39,4 Ma, 36 Ma, NP18 and lower part of NP21). The second was the sea level fall on the Eocene-Paleogene boundary (36 Ma—35,5 Ma, upper part of NP21). The third was a successive regressive period in the Lower Kiscellian (35,5 Ma—30,5 Ma, NP22—NP23). The fourth period was a significant global sea level falling at the beginning of Upper Kiscellian (30,5 Ma—29,5 Ma, Middle part of NP24). The fifth period was a tectono-eustatic sea level rise in the Upper Kiscellian (29,5 Ma—29 Ma, middle part of NP24). In the sixth period stopped the rapid subsidence of the basin as well as the transgression (29 Ma—28,4 Ma, upper part of NP24). From the Lower Egerian to the Lower Ottnangian was the seventh period which can be divided into four different subperiods.

Well to well correlation of nannofossil biostratigraphic units was possible based on seismic profiles. Seismic profiles for interpretation indicated local unconformities (onlap and downlap surfaces) in the Egerian and Kiscellian series.

Статья обобщает результаты секвенция-стратиграфического исследования нанопланктонов и каротажной корреляции скважин пробуренных в территории впадины Задьва. Внутри цинкла палеогена — нижнего миоцена разделяются 7 фаз накоплений определенных тектоникой и эвстатическим изменением уровня моря.

Первая фаза — приабонская трансгрессия (39,4 Mé—36 Mé, NP18 — нижняя часть NP21). Вторая фаза — понижение уровня моря на границе зоцена — олигоцена (ав Mé—35,5 Mé, верхняя часть NP21). Третья фаза — постепенно развивающийся регрессивный период в нижней кисцеллии (35,5 Mé—30,5 Mé, NP22—NP23). Четвертая фаза — глобальное понижение уровня моря в значительной мере, в начале верхней кисцеллии (30,5 Mé—29,5 Mé, нижняя часть NP24). Пятая фаза — тектоноэвстатическая трансгрессия в верхней кисцеллии (29,5 Mé—29 Mé, верхняя часть NP24). В шестой фазе, в начале нижней эгерии быстрое снижение бассейна и трансгрессия прекратилась (29 Mé—28,4 Mé, верхняя часть NP24). Седьмая фаза в основном являлась регрессивным периодом в интервале от нижней эгерии до нижнего оттнангийского (28,4 Mé—18,5 Mé, NP25 — нижняя часть NN₃). Эта фаза делится еще на 4 части.

Абсолютные данные возраста соответствующие зонам NP—NN могут быть расширены с помощью сейсмических разрезов. Сейсмическая картина формаций может быть определена в случае осадочной палеогенной серии, покрытой вильканоседиментным средним — верхним миоценом. В процессе сейсмической идентификации могут быть определены локальные (?) неверхности несогласия (onlap и downlap) внутри палеогена.

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest 1068. Gorkij fasor 42.

** ELTE Általános és Történeti Földtan Tanszék, Budapest 1088. Múzeum krt. 4/A.

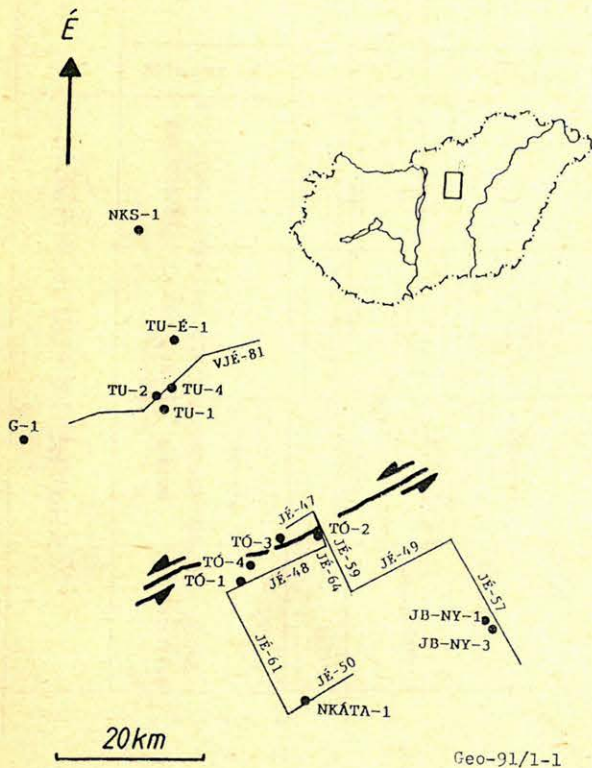
A cikk az MGE 1988. évi Vándorgyűlésén elhangzott előadás kibővített anyaga.

Bevezetés

Az Alföld északi peremén és a Zagyva-árokban a szeizmikus adatok sztratifráiai értelmezéséhez nagy segítséget adtak a nannoplankton biosztratifráiai reambulációs elemzések (Nagymarosy et al. 1988, 1989, 1990). A vizsgálatok helyszínrajza az 1. ábrán látható.

Szeizmikus vizsgálataink során a széles körben elfogadott Vail et al. (1977) posztulátumra támaszkodtunk, mely szerint a folytonosan követhető reflexiók mentén a kronoszintek távkorrelálhatók. Ennek lehetőségét a pannóniai képződmények komplex szeizmikus és magnetosztratifráiai feldolgozása során a Pannon-medencében is sikerült igazolni (Pogácsás et al. 1987, 1990, Elston et al. in press).

A paleogén medencében mélyült szénhidrogén-kutató fúrások nannoplankton biosztratifráiai reambulációja az ELTE Általános és Történeti Földtan Tanszéken készült (Nagymarosy et al. 1988, 1989, 1990). E vizsgálatok során Martini illetve Martini és Worsley (1970) zonációját alkalmazták, melyben a paleogén zónákat NP, a neogén zónákat pedig NN jelöli. A két legfontosabb terciér-kvarter standard nannoplankton zonáció látható Haq et al. (1987) nyomán a 2. ábrán.



1. ábra. A bemutatott szeizmikus szelvények a fúrások és a miocén-pliocén oldaleltolódás helyszínrajza

Fig. 1. Location map of interpreted seismic profiles, boreholes and Miocene-Pliocene strike-slip fault zone

Рис. 1. План расположения скважин и миоцено-плиоценового бокового сдвига для показанных сейсмических разрезов

Az elmúlt évtizedben nagyobb pontossággal tisztázták a különböző biosztratifráiai zonációk (cephalopodák, planktonforaminiferák, radiolárikák stb.) és a nannoplanktonzonák egymáshoz való viszonyát. Sőt ezeket együttesen a magnetosztratifráiai-radiometrikus korszálához is kalibrálták. Ennek megfelelően az egyes nannoplankton zónákhoz abszolút koradatokat rendeltek.

A dolgozat több éves, különböző intézetekben végzett kutató—értelmező munka előzetes eredményeit és munkahipotéziseit foglalja össze.

A vizsgált területet (1. ábra) a felsőeocén végén, a priabonai emeletben érte el a transzgresszió. A teljes oligocén átfedő nagyciklust az alsó miocén (eggenburgi és ottngangi) képződmények zárják.

Fúrási adatok

A tóalmási területen a Tó—1, —2, —3 fúrások rétegsorát, formációbesorolását és nannoplankton koradatait a 3. ábra mutatja be.

A paleogén üledékek a Tó—2 és —3 sz. fúrásokban mezozóos képződményekre települnek, a Tó—1 sz. fúrás nem érte el az alaphegységet.

A legidősebb paleogén képződmény a Budai Márga Formáció, amely alapkonglomerátummal települ az idősebb kőzetekre. A makroszkóposan jól felismerhető márga-fácies datálható nannoplankton-együttest nem tartalmazott.

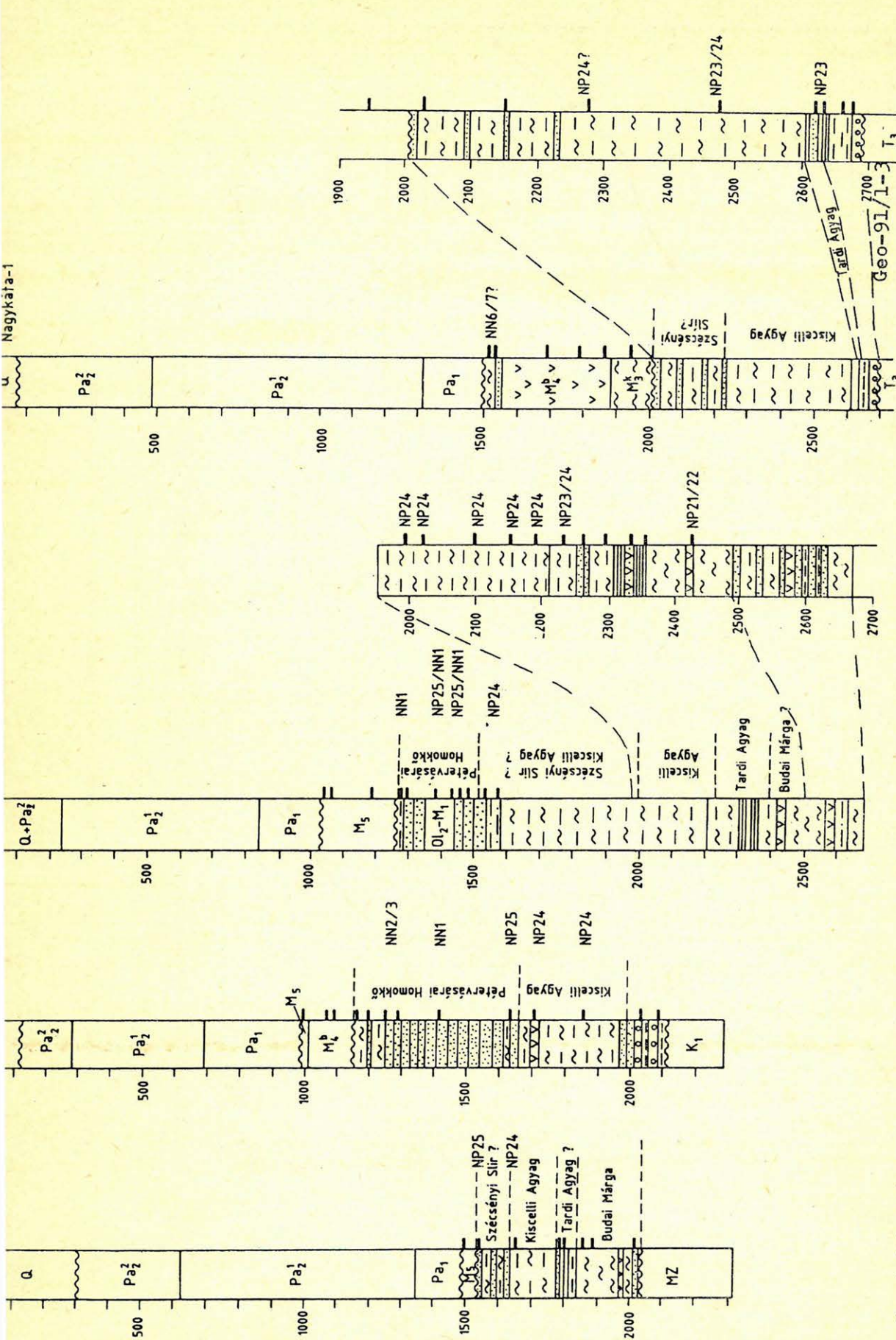
A 300 m vastagságot is meghaladó Budai Márgára a Tó—1 és —3 fúrásokban a maximálisan kb. 200 m vastag Tardi Agyag települ (NP21—23-as zónák).

A Kiscelli Agyag vastagsága meghaladja a 250 métert, elhatárolása felfelé, a Szécsényi Slír felé bizonytalan. Lerakódása NP 24-es zónára esett. A típusos Szécsényi Slír a területen nagyon vékony, általában az NP 25-ös koradatok kapcsolódnak hozzá.

A Tó—1 és —2 sz. fúrásokban 400 métert is meghaladó vastagságban tarták föl a Pétervárszai (glaukonitos) Homokkővet. Szegényes nannoflórája az NP 25-ös zóna tetejétől az NN2-es zóna tetejéig terjed.

Az NP25-ös zóna vékony volta és a Szécsényi Slír nem típusos, vékony kifejlődése azt sugallhatná, hogy a glaukonitos homokkővek eróziós diszkordanciával települnek az idősebb képződményekre. A vizsgált területen az oligocén/miocén határon hangsúlyozottan homokos képződmények lerakódása váltotta fel az addig túlnyomóan pelites üledékképződést.

A legvastagabb paleogén rétegsort a Tó—1 sz. fúrás tárta fel. Igen „kondenzáltak” tűnik a Tó—3 fúrás rétegsora. A Tó—2 rétegsorából hiányzik a Tardi Agyag Formáció. A réteghiány okát a magvételnek hiányosságai vagy vetődéses tektonika magyarázhatja, de nem zárhatjuk ki annak lehetőségét sem, hogy a Tó—2 fúrás alsóoligocén üledékei egy kiemelt tektonikai blokkon rakódtak le, valamivel magasabban, mint a Tardi Agyag euxin fáciesének felső szintje.

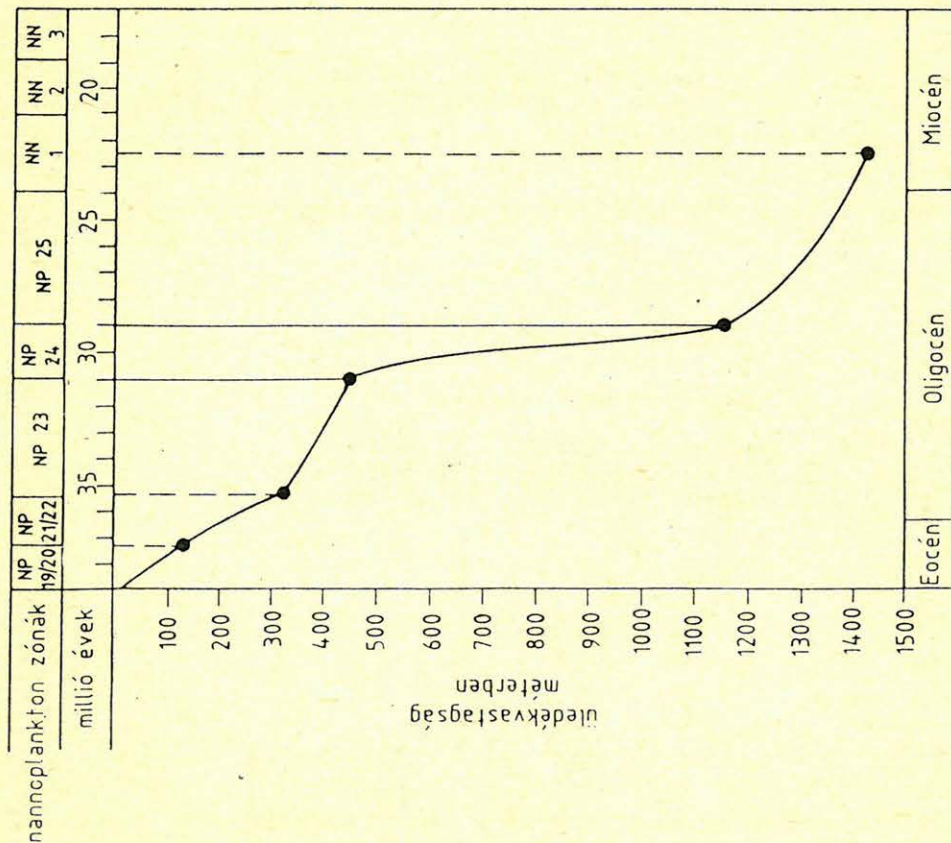


3. ábra. A tóalmási és nagykátai fúrások rétegsora, paleogén litosztratiográfiaja és a fűrőmagok alapján meghatározott nannoplankton zónációja (Nagymarosy 1988. nyomán)

Fig. 3. Paleogene lithostratigraphic columns and nannofossils biochronozones of the Tóalmás and Nagykáta borehole (After Nagymarosy 1988.)

Рис. 3. Геологический разрез и палеогенная литостратиграфия скважин Тоалмаш и Хадьката, и зонация нанопланктонов определенная по анализу керна (по Уэлчмароси 1988.)

Tó-1

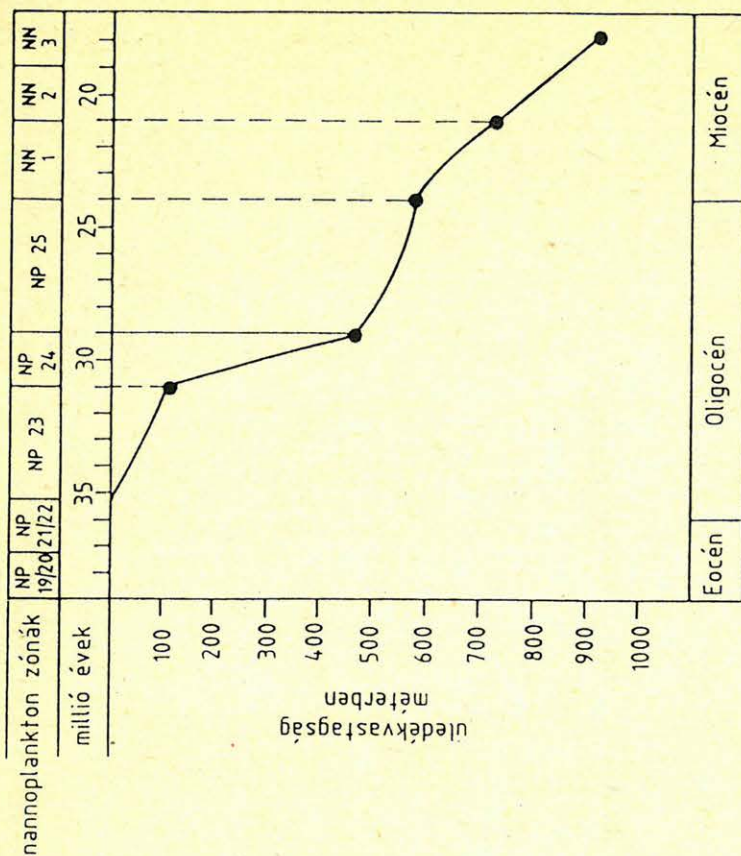


4. ábra. A Tóalmás—1 és 2 sz. mélyfúrások paleogén — alsómiocén szakaszának süllyedési görbéje (Nagymarosy 1988. nyomán)

Fig. 4. Subsidence curves of Paleogene-Lower Miocene section of Tóalmás—1, —2 boreholes (After Nagymarosy 1988.)

Рис. 4. Кривая погружения участка палеогена — нижнего миоцена в скважинах Тоалмаш—1 и 2 (по Надьмароши, 1988)

Tó-2



Geo-91/1-4

A prebádeni lepusztulás a Tó—3 térségében szinte a teljes alsómiocén erodálta.

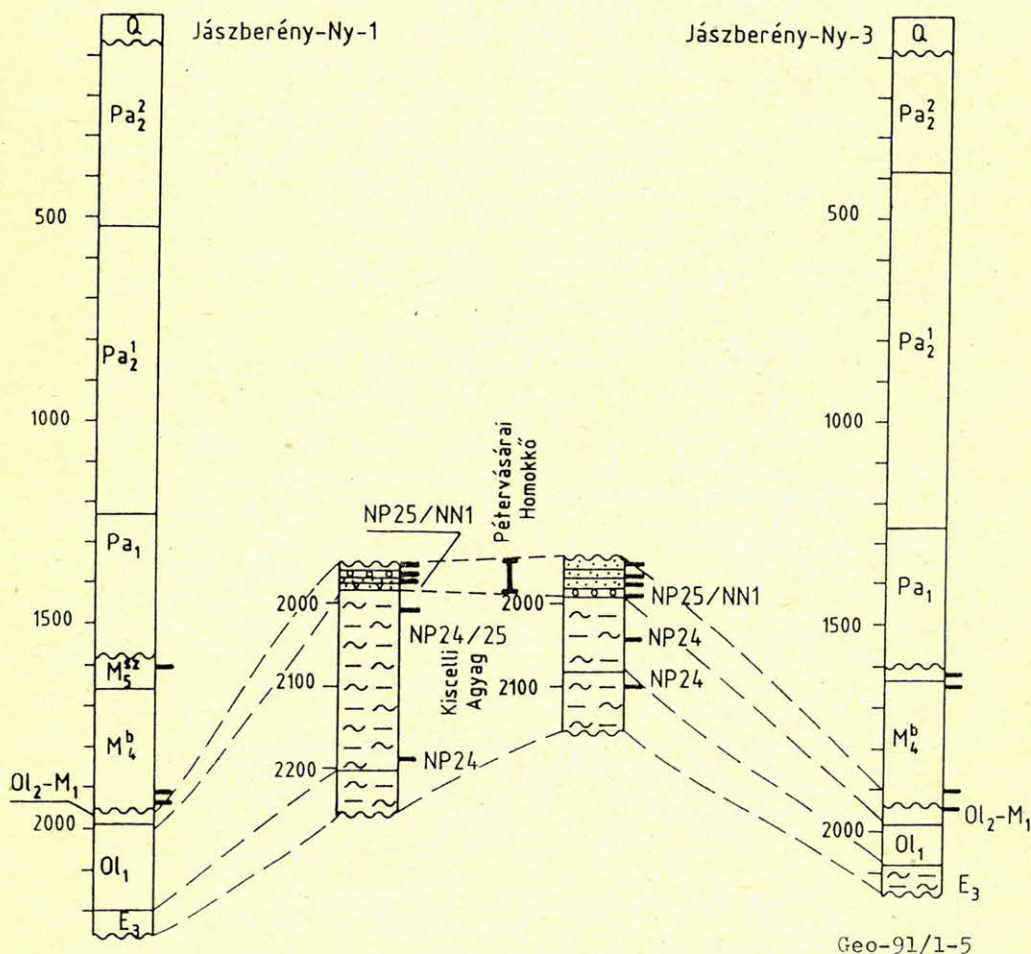
A Tó—1 sz. fúrás adataiból szerkesztett üledékfelhalmozódási diagramok (4. ábra) szerint az eocén és az alsó oligocén 70—80 m/millió év üledékfelhalmozódási sebesség jellemezte, míg az NP23-as zónában észlelt átmeneti lassulás után az NP24-es zónában igen gyors volt a felhalmozódás. A felsőoligocén—alsómiocénben újra csökkent a felhalmozódás sebessége. Hasonló tendenciájú, ám abszolút értékben különböző folyamatot ábrázol a Tó—2 mélyfúrás üledékfelhalmozódási görbéje is (4. ábra).

A nagykútai fúrás az egyike a legdélibb, paleogén képződményeket harántolt fúrásoknak (3. ábra). A fúrásban az alaphegységre vastag tardi agyag transzgredál — ennek is inkább felső tagozata —, mely az NP23-as zónába sorolható. A kiscelli agyag itt is az NP24-es zónában képződött. Felfelé fokozatosan homokkőpados, slírszerű képződménybe megy át (Szécsényi Slír), amely azonban értékelhető nannoflórát nem tartalmazott.

Jászberény környékén három mélyfúrás harántolt paleogén képződményeket. Ezek közül a Jb-Ny—1 és —3 sz. fúrások anyagának újrvizsgálatára volt lehetőség (5. ábra). A kútönyvek dokumentációja szerint mindkét fúrás a felső-eocén márgában állt meg. A nannoplankton vizsgálatok ezzel szemben azt mutatják, hogy a legmélyebb minták kora NP24-es zónába helyezhető, azaz az oligocén kiscelli és egri emeletek határára.

A 200 m vastagságot meghaladó NP24-es zónába sorolt Kiscelli Agyag felfelé Pétervásárai Homokkőbe megy át (NP25—NN1-es nannoplankton zónák). Feltűnő a Szécsényi Slír hiánya, de a koradatok alapján úgy tűnik, hogy itt homokkő helyettesíti. Nem zárható ki azonban egy felső-oligocén diszkordancia lehetősége sem. A Pétervásárai Homokkő Formáció magasabb része erősen erodált, a fiatalabb nannoplankton zónákat nem találjuk.

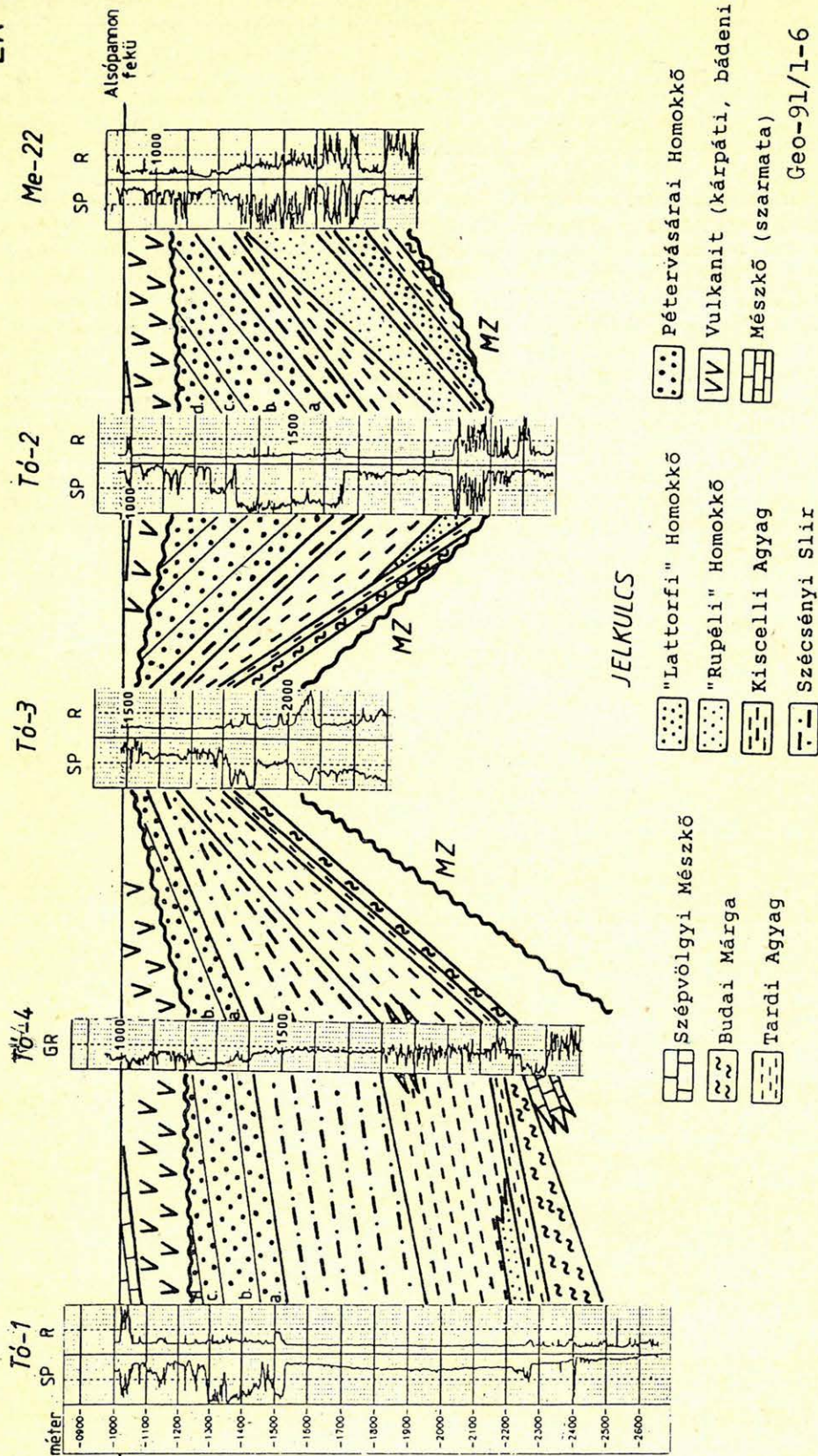
A fúrásokat összekötő földtani szelvények a 6. és a 7. ábrán láthatók. A korrelációhoz felhasználtuk a fúrások SP, ellenállás, természetes gamma stb. szelvényeit is.



5. ábra. A Jászberény—NY—1, —3 fúrások rétegsora, paleogén litosztratigráfiája és a fúrások alapján meghatározott nannoplankton zónációja (Nagymarosy 1988. nyomán)

Fig. 5. Paleogene lithostratigraphic columns and nannofossils biochronozones of Jászberény—NY—1, —3 boreholes (After Nagymarosy 1988.)

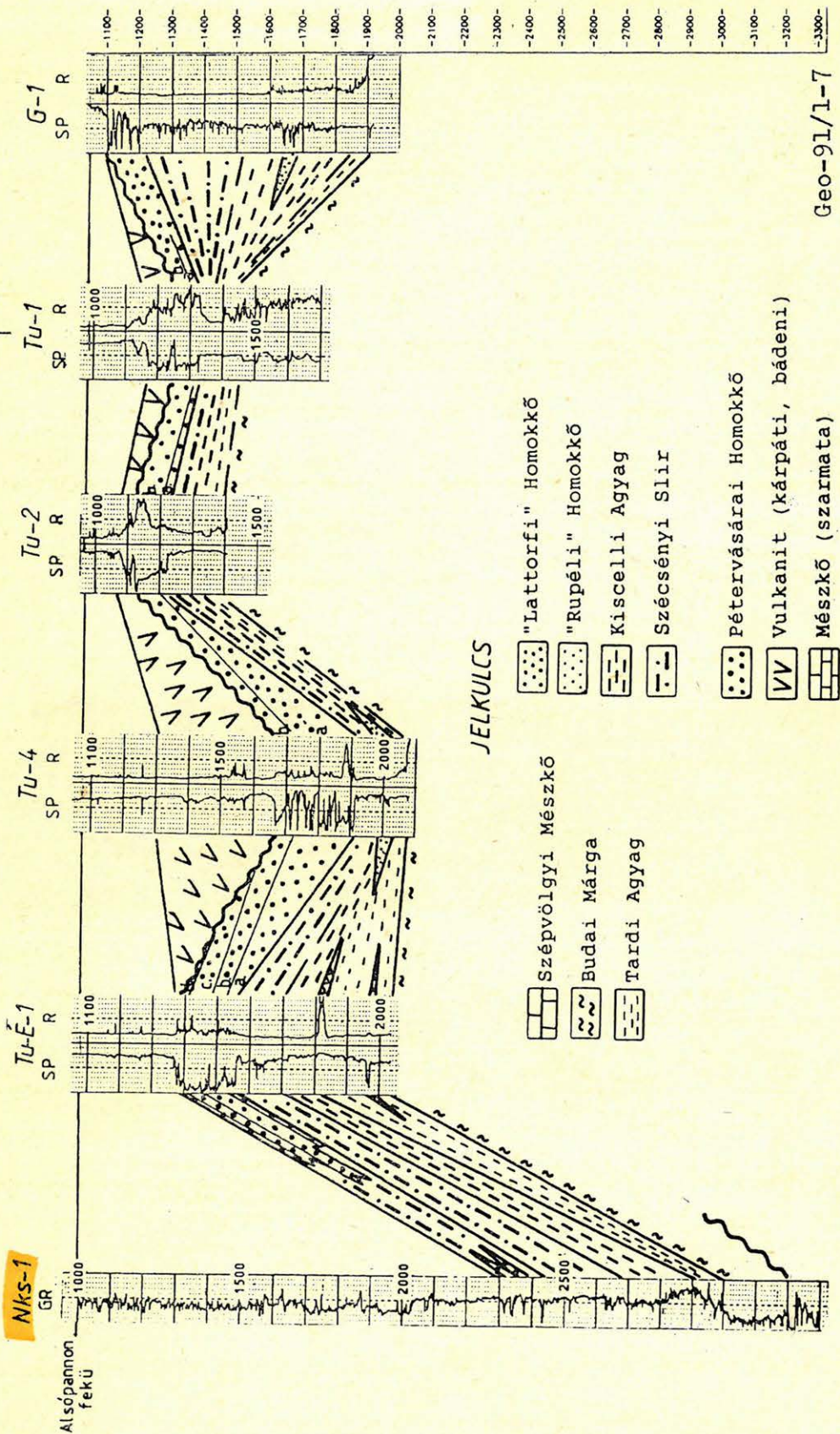
Рис. 5. Геологический разрез и палеогенная литостратиграфия скважин Ясберень—NY—1, —3, и зонация нанопланктонов определенная по анализу керна (по Надьмароши, 1988)



6. ábra. Földtani szelvény a tóalmási és a Mezőkeresztes—22 fúrások között, horizontális lépték nélkül (Váradi et al. 1990.)

Fig. 6. Geological cross section between Tóalmás and Mezőkeresztes—22 boreholes, without horizontal scale (Váradi et al. 1990.)

Рис. 6. Геологический разрез между скважинами Тоалмаш и Мезёкерештеш—22 (без горизонтального масштаба)



7. ábra. Földtani szelvény a Nagyökényes—1, a turai és a Gödöllő-1 fúrások között, horizontális lépték nélkül
(Váradi et al. 1990.)

Fig. 7. Geological cross section among Nagyökényes—1, Tura and Gödöllő—1 boreholes, without horizontal scale
(Váradi et al. 1990.)

Рис. 7. Геологический разрез между скважинами Надьёкенеш—1, Тура и Гёдёллэ—1 (без горизонтального масштаба)

Szeizmikus adatok összevetése a nannoplankton vizsgálatok eredményeivel

A nannoplankton adatokkal rendelkező mély-fúrásokat összekötő kompozit szeizmikus szelvények nyomvonalát az 1. ábra mutatja. A szeizmikus profilokon a nannoplankton zónák helyét a fúrások jobb oldalán, a paleogén-alsómiocén litosztratigráfiai egységeket a fúrások bal oldalán tüntettük fel.

Tóalmás—3, —2, —1, Nagykáta—1 fúrásokat összekötő kompozit szeizmikus szelvény (3. ábra)

A szeizmikus szelvények szerint Tóalmástól délre a kivastagodó neogén képződmények alatt húzódik a paleogén árok. Az elmélyülő mezozoos alaphegység eróziós diszkordancia felszínén kiékelődő legidősebb (onlap) reflexiók az eocén képződményeket (Budai Márga) reprezentálják. Ezekre az alsó oligocén (Tardi Agyag?) rétegeket képviselő reflexiók szintén onlap módon települnek.

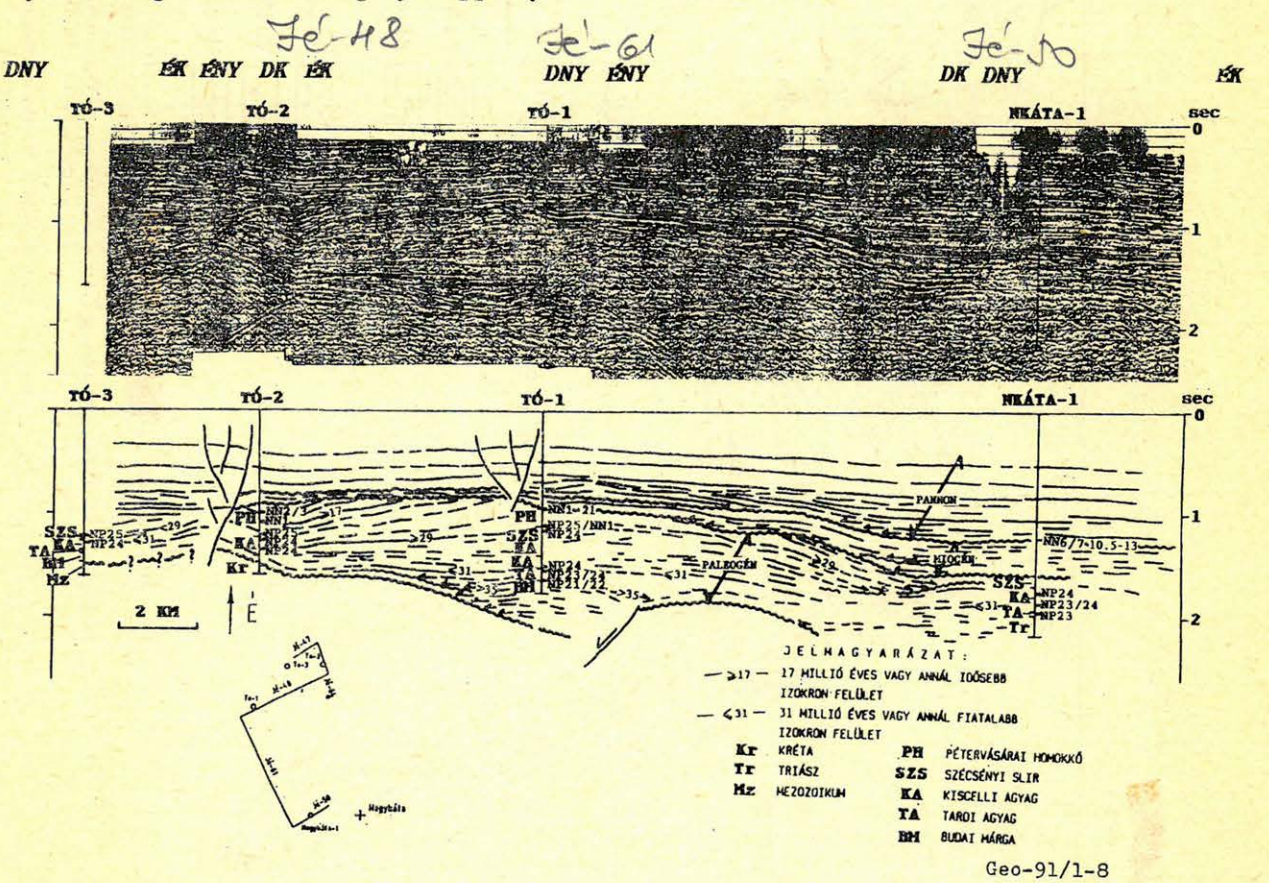
A nagykátai fúrás környezetében a mezozoos alaphegység és a rátelepülő paleogén képződmények szeizmikus adatok alapján nem különíthetők el.

Az alsó oligocént uralkodóan agyagos kifejlődésű képződmények (Tardi Agyag, Kiscelli Agyag) képviselik, ezek a szeizmikus szelvényeken gyenge folyamatosságú, reflexió szegény képpel jelent-

keznek. Ezáltal elkülönülnek a fölöttük lévő tagoltabb, homokosabb rétegsoroktól (Szécsényi Slír, Pétervásárai Homokkő). A felsőoligocén-alsómiocén pszammitos képződményeket közepes folyamatosságú, nagy amplitúdójú reflexiók kép jellemzi.

Az alsó- és felsőoligocén sorozatok reflexiós konfigurációját vizsgálva szembevetendő, hogy a Tardi és Kiscelli Agyag rétegtani szintjében közel vízszintes, paralell belső szerkezettel szemben a felsőoligocén-alsómiocén képződmények szeizmikus struktúráját enyhén konvergáló, dőlt reflexiók alkotják. A szelvények értelmezett változatán megadtuk az egyes reflexiók szintek nannoplankton biozónák alapján (alulról, ill. felülről) becsült korát.

A Tó—1 fúrásból kiindulva az NP21/22 zónában húzódó reflexiók szint kora 35 millió év vagy annál idősebb. Az NP23/24-es szintben húzódó reflexió 31 millió éves vagy annál fiatalabb. Ez a reflexió követhető a Tó—2 fúrásig, azonban a Nagykáta—1 fúrásba való bekötése bizonytalan. Az NP25/NN1 zónánál húzódó 29 millió éves vagy idősebb reflexiók szint Nagykáta felé kiékelődik. A Tó—2 fúrásban az NN2/3 zónában húzódó 19 millió évesnek (vagy idősebbnek) azonosított reflexiók szint a miocén erózió során részben erodálódott.



8. ábra. A tóalmási és a nagykátai területet összekötő kompozit szeizmikus szelvény és értelmezett változata

Fig. 8. Composit seismic profile connecting Tóalmás and Nagykáta Area and its interpreted version

Рис. 8. Композитный сейсмический разрез между Тоалмаш и Надьката, и его интерпретированный вариант

A Tóalmás—3 fúrás rétegsorának szeizmikus korrelálását a többi tóalmási fúrással egy az időszelvényeken virágszerkezet formájában jelentkező pannonban is aktív oldaleltolódási zóna nehezíti.

Tóalmás—2, Jászberény-Ny—1, —3 fúrásokat összekötő kompozit szeizmikus szelvény (9. ábra)

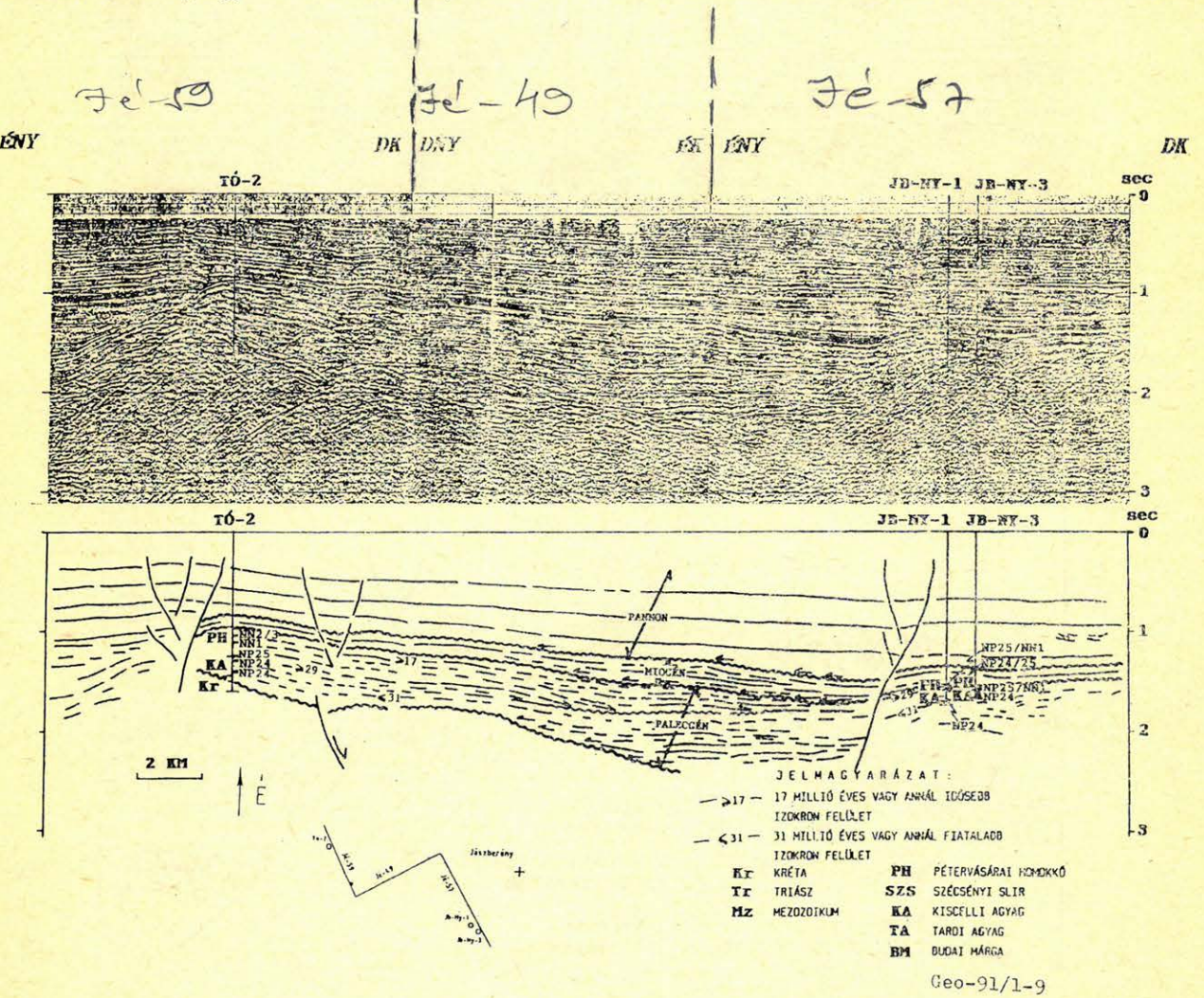
A Tóalmás—2 és a Jászberény-Ny-i fúrásokat összekötő kompozit szeizmikus szelvényen a paleogén árkot kitöltő nagy amplitúdójú, közepes—jó folyamatosságú reflexiókkal jelentkező sorozatot, mélyfúrások nem tárták föl. E sorozat az aljzaton onlap típusú reflexióvégződésekkal ékeződik ki. A fölötte települő reflexiószegény sorozat a Tóalmás—2 fúrásban azonos a Kiscelli Agyaggal. A Tóalmás—2 fúrás térségében az NP24 zónában húzódó 31 millió évesre (vagy annál fiatalabbra) becsült szint korrelálása a jászberényi fúrások felé nehézségekbe ütközik. A Tóalmás—2 fúrás térségében az NP25-ös zónában húzódó 29 millió éves (vagy annál fiatalabb) reflexió a

jászberényi fúrások irányába rálapolódással ékeződik ki egy lokális diszkordancia felületen. Az NN2/3 zónában húzódó szint kora 17 millió év (vagy idősebb). Az ennek megfelelő reflexiós szint Jászberény felé haladva erőzíóisan elvégződik.

A terciér képződményeket három regionális diszkordancia felület tagolja (prepaleogén, középső miocén előtti és prepannon). A prepaleogén diszkordancia felszín szeizmikus nyomon követése a kiékelődő reflexiók alapján általában egyértelmű, csupán az árok elmélyülő részein válik bizonytalaná.

A felsőoligocén—alsómiocén üledékciklust követő erőzíós időszakban a már lerakódott képződmények részben lepusztultak. A szeizmikus szinteket összevetve a nanno adatokkal, a lepusztulás (rétegtani) mélysége helyről helyre azonosítható.

A három regionális diszkordancia felületen kívül a szeizmikus reflexió végződése alapján több lokális diszkordanciafelületet is azonosítani

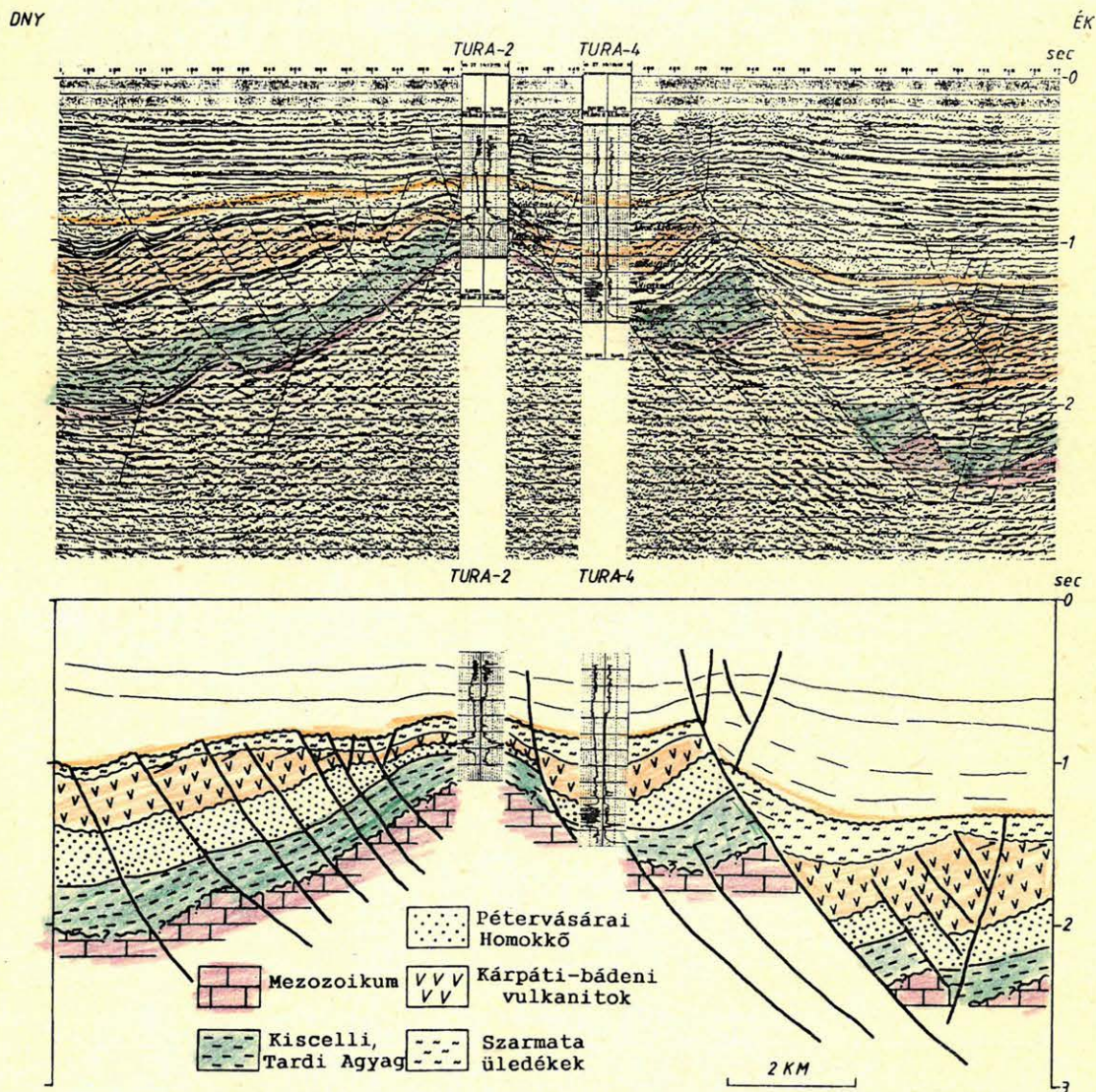


lehetett. A Tóalmás—1 és Tóalmás—2 fúrások között (8. ábra) az eocén-alsó oligocén képződményeken belül lokális diszkordanciafelület húzódik, amelyre az alsó oligocén reflexiók rálapolódnak (NP 21/22 zóna). A Tóalmás—1 fúrás alapján e rétegek a Tardi Agyag Formációhoz tartoznak. A Tóalmás—1 és Nagykáta—1 (8. ábra), ill. a Tóalmás—2, Jászberény-Ny—1 fúrások között (9. ábra) mindkét szeizmikus szelvényen az oligocénen belül downlap felület mutatható ki. A kárpáti—bádeni emeletben is feltételezhető diszkordancia a Tóalmás—1 és Nagykáta—1 fúrások között (8. ábra).

Az ÉK—DNY-i csapású miocén-pliocén oldaleltolódási vagy transzfer vető (Tari et. al. in press) zónától délre eső területen a miocén (bádeni, szarmata) képződmények üledékes, vulkanoszediment kifejlődésűek, a vulkáni kőzetek

menyisége alárendelt. Az oldaleltolódási zónától északra a szűkebb értelemben vett Zagyva-árok területén a miocén vulkáni sorozat vastagsága több száz méter.

A vastag vulkanitok alatt elhelyezkedő paleogén és alsómiocén sorozat a szeizmikus adatok alapján tagolható (10. ábrán). A Zagyva-árok mélyebb részein viszont a vastag vulkanitokkal fedett paleogén összlet szeizmikus tagolása bonyolult. Csak a vulkanitok alján, illetve az alaphegység felszínének közelében azonosíthatók többé-kevésbé folyamatos reflexiós horizontok. A tágabb értelemben vett Zagyva-árok területén (a tóalmási oldaleltolódási zónáig) a szeizmikus korrelációt nehezíti az idősebb tektonikai elemekre szuperponálódó, illetve azokat jelentős mértékben átíró synrift tektonika.

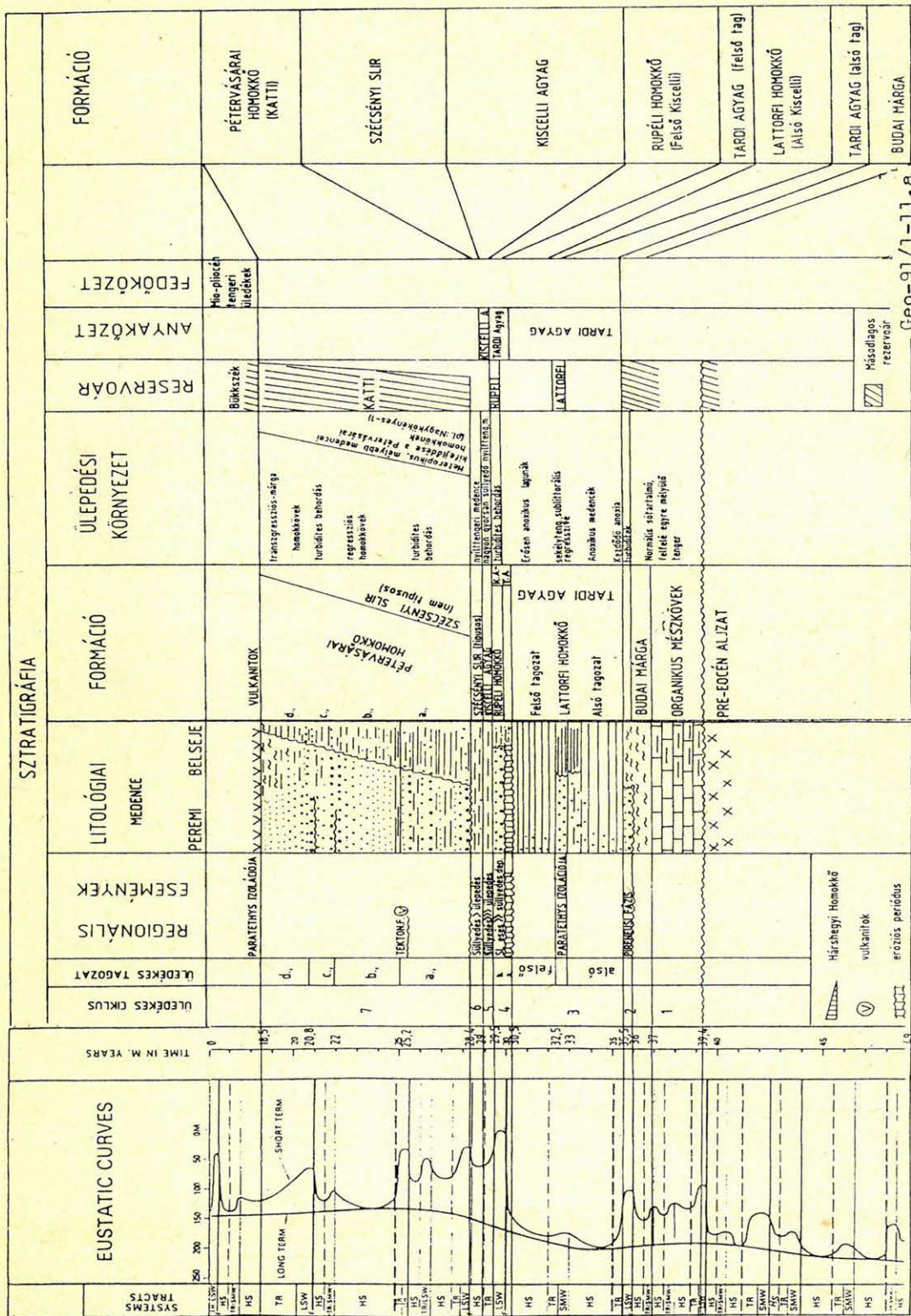


Geo-91/1-10

10. ábra. A turai szerkezetet metsző szeizmikus szelvény és értelmezett változata

Fig. 10. Seismic profile crossing Tura closure and its interpreted version

Рис. 10. Сейсмический разрез пересекающий структуру Тура и его интерпретированный вариант



11.a. ábra. Paleogén-alsómiocén globális tengerszintváltozási görbék (Haq et al. 1987) és a Zagyva-árok rétegtani és litosztratiográfiai összevetése (Vári et al. 1990. nyomán)

Fig. 11.a. Eustatic curves of sea level changes in the Paleogene-Lower Miocene (Haq et al. 1987) comparing with the stratigraphy and the lithostratigraphy of the Zagyva trough (Vári et al. 1990.)

Рис. 11.a. Кривые глобального изменения уровня моря палеогена — нижнего миоцена (Haq и др., 1987) стратиграфическое и литостратиграфическое сравнение впадины Задьва (по Варади, 1990)

11.b. ábra. Paleogén-alsómiocén globális tengerszintváltozási görbék (Hag et al. 1987) és a Zagyva-árok rétegtani és litosztatigrafiái összevetése (Vári et al. 1990. nyomán)

Fig. 11.b. Eustatic curves of sea level changes in the Paleogene-Lower Miocene (Hag et al. 1987) comparing with the stratigraphy and the lithostratigraphy of the Zagyva trough (Vári et al. 1990.)

Fig. 11.b. Eustatic curves of sea level changes in the Paleogene-Lower Miocene (Haq et al. 1987) comparing with the stratigraphy and the lithostratigraphy of the Zagvva trough (Varadi et al. 1990.)

Рис. 11.б. См. Рис. 11.а.

Szekvenciasztratigráfiai adatok

A szekvencia sztratigráfiai értelmezés során az észak-magyarországi középső/felső eocéntól (priaboniai) az eggenburgi/ottnangi határig terjedő, paleogén-alsómiocén üledékcikluson belül hét üledéklerakódási fázis (11. a. és 11. b. ábra) különíthető el (Váradi et al. 1990).

1. fázis: Priaboniai transzgresszió (12. ábra)

Formáció: Biogén mészkövek (39,4 Mé—37 Mé), Budai Márga (37 Mé—36 Mé).

Kor: Felső eocén (priaboniai) 39,4 Mé—36 Mé NP18—NP19—NP21 alsó része

Fekü: A felső eocén képződmények szerkezetileg preformált térszínre települnek.

Fedő: Medencebelseji területeken a Budai Márgából folyamatos üledékképződéssel fejlődik ki a Tardi Agyag.

Üledékes környezet, fácies: Normális sórtartalmú sekélytengeri üledékcsoport. Self környezetet jelző nummuliteszes, discocylinás, lithothamniosos mészkövek, néhol korallzátonyok. A középső selfen mészmárga, márga üledékek, a mélyebb régiókban globigerinás Budai Márga For-

máció rakódott le. Az allodapikus mészkövek jelenléte a kisebb priaboniai tengerszint esésekre utal.

2. fázis: Eocén-oligocén határán lezajlott regressziós események: (Pireneusi fázis)

Kor: 36 Mé—35,5 Mé, NP21 legfelső része

Üledékes környezet, fácies: Az eocén/oligocén határán lezajló orogén események és a viszonylag nagymértékű globális tengerszint csökkenés együttes hatására rövid regressziós időszak szakítja meg az eocén és oligocén üledékképződést. A medenceperemi részéről erodálódó törmelék a medencében vékony márgák, nagyon vékony aprószemű homokkövek formájában rakódott le.

3. fázis: Alsó kiscelli fokozatos regresszív periódus (7. ábra)

Formáció: Tardi Agyag

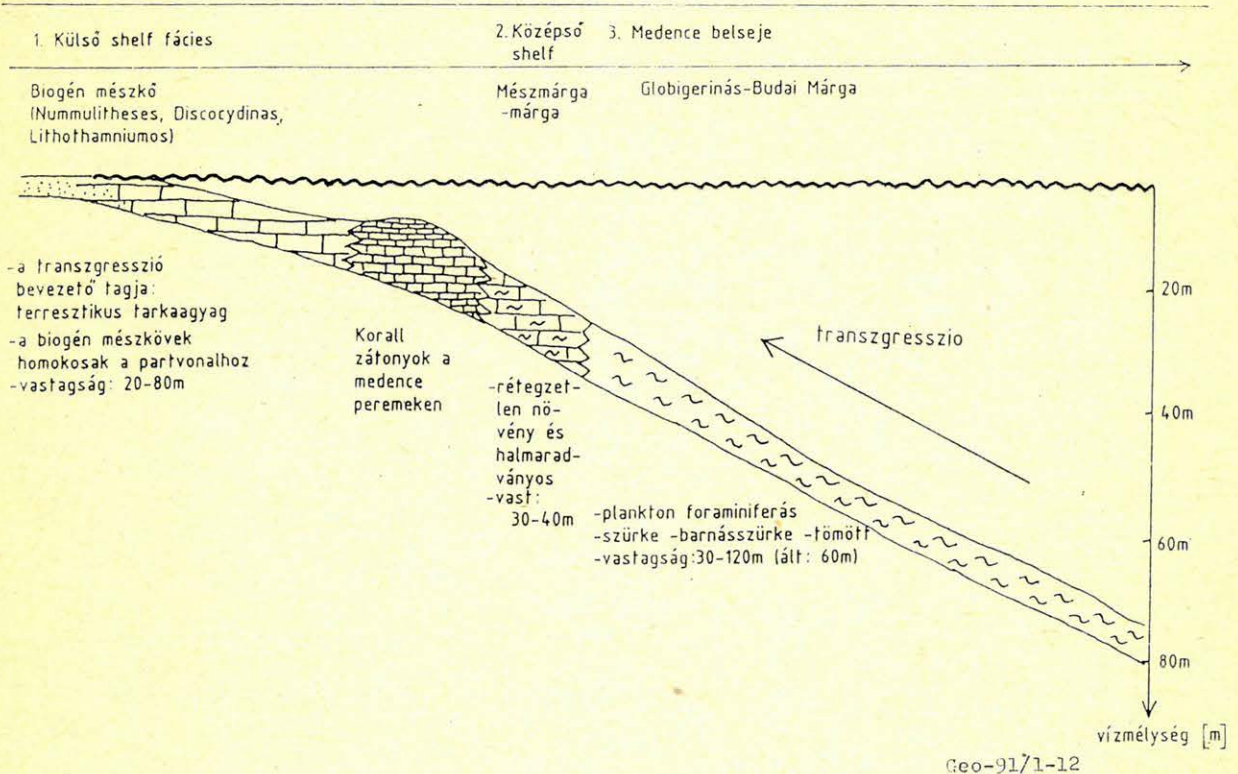
Kor: 35,5 Mé—30,5 Mé, NP22—NP23

Fekü: A medencebelseji területeken plankton foraminiferákat tartalmazó, regressziós márga összlet települ. A medenceperemeken a lepusztulást kevésbé markáns üledékhány reprezentálja.

ÉSZAK-MAGYARORSZÁG, ZAGYVAÁROK

1. CIKLUS. Felső eocén. (priaboniai) transzgresszió

Kor: 39,4Mé—36Mé (NP18—NP19—NP20—NP21 alsó része)



12. ábra. Felsőeocén ösföldrajzi vázlat (Váradi et al. 1990. nyomán)

Fig. 12. Paleogeographic sketch of Upper Eocene (After Váradi et al. 1990.)

Рис. 12. Палеогеографический план верхнего эоцена. (по Варади, 1990)

Fedő: Az alsó-felső kiscelli határán bekövetkezett jelentős globális tengerszintcsökkenés következtében a medenceperemi részek erodálódtak. A medencék belsejében proximális és/vagy disztális tubiditék rakódtak le.

Üledékes környezet, fácies: A Tardi Agyag Formációt horizontálisan három egymásba fogazódó fáciesre lehet felbontani (13. ábra).

a) laguna fácies: sötétszürke agyagmárgák, amelyek csökkent sósvízi, zárt vagy korlátozott víz utánpótlással bíró környezetben rakódtak le.

b) partszegélyi fácies: faunamentes finomhomokos, agyagos, kőzetlisztes kifejlődés.

c) medencei fácies: típusos Tardi Agyag Formációt főleg a Vatta—Maklári árok térségében mélyült fúrások tártak fel. Litológiai felépítése alapján három szintre osztható, összhangban a 11. a. ábrán látható (az alsó kiscelli korban végbement) relatív tengerszint változásokkal.

c/1. Tardi Agyag alsó tagozata

Kor: 35,5 Mé—33 Mé, NP22 és NP23 alsó része

A Buda vonaltól keletre fekvő Észak-Magyarországi paleogén medencékben az NP22-es kortól kezdve, euxin fáciesű lemezes agyagbetelepülések halmozódtak fel izolált, anoxikus medencerendszerre utalva.

c/2. A Tardi Agyag alsó és felső tagozatának határa, homokköves betelepülések (latterfi—alsókiscelli homokkövek)

Kor: 33 Mé—32,5 Mé, NP23-as zónában

A Demjén, Fedémes, Mezőkeresztes és Szécsény környékén mélyült fúrások tárták fel ezt a finom és durva szemű homokkövekből és osztályozatlan kavicsokból álló összletet. A sorozat globális tengerszint szácskenéhez kapcsolható, amely a Paratethys izolációját eredményezte.

c/3. Tardi Agyag felső tagozata

Kor: 32,5 Mé—30,5 Mé, NP23 felső része

Az euxin fáciesű, lemezes szerkezetű, sötétszürke agyagos aleuritok igen magas szervesanyag-tartalommal rendelkeznek. Megjegyzendő, hogy a Tardi Agyag alsó tagozatára a III. és II.—III. típusú, míg felső tagozatára a II. és II.—III. típusú kerogén a jellemző (Brucknerné—Wein A. et al., 1984). Ezek az autochton, szapropéles üledékek (a Tardi Agyag alsó, de főleg a Tardi Agyag felső agyagos, aleuritos tagozatai) kb. 400 m mély „éhező” üledékgyűjtő medencében rakódtak le kondenzált üledéksorként.

4. fázis: Felső kiscelli eleje, nagymérvű globális tengerszint csökkenés, erősen regresszív periódus (14. ábra).

Formáció: Felső kiscelli vagy rupéli homokkő-
vek

(Kiscelli Homokkő elnevezés is használatos.)

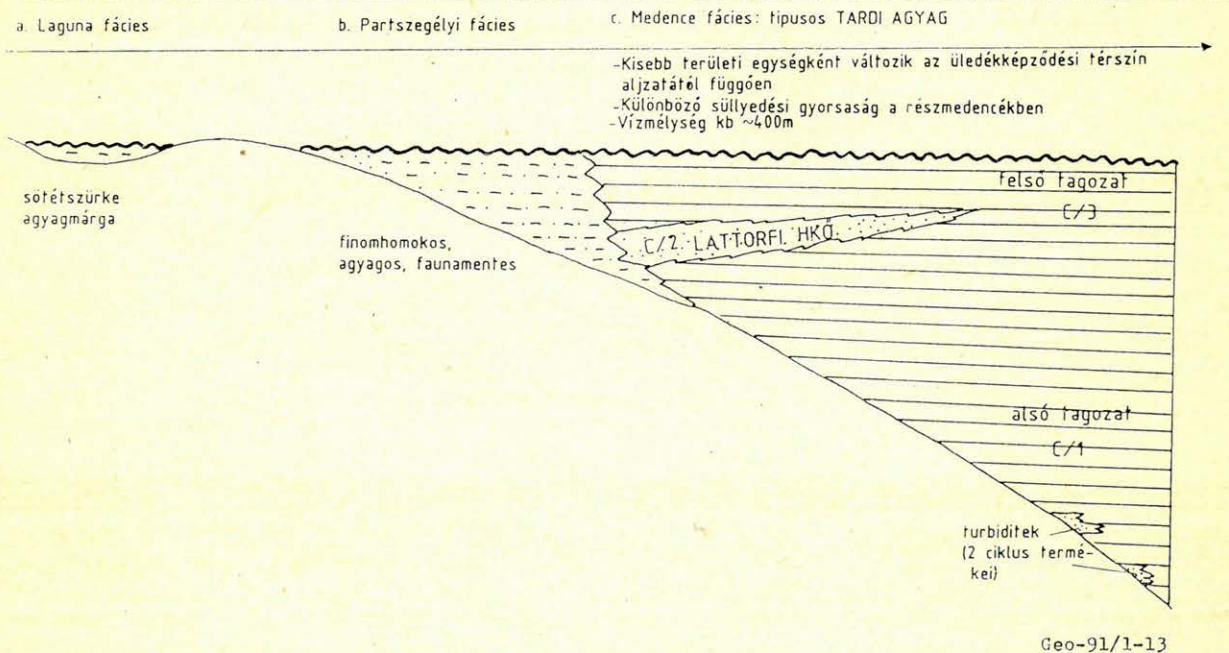
Kor: 30,5 Mé—29,5 Mé, NP 24 legalsó része

Fekű: Tardi Agyag

Fedő: Kiscelli Ágyag

ÉSZAK-MAGYARORSZÁG, ZAGYVAÁROK

3. CIKLUS. Alsó Kiscelli fokozatos regresszív periódus
Horizontális fácies Kifejlődés (nem egyveretű fácies övek)

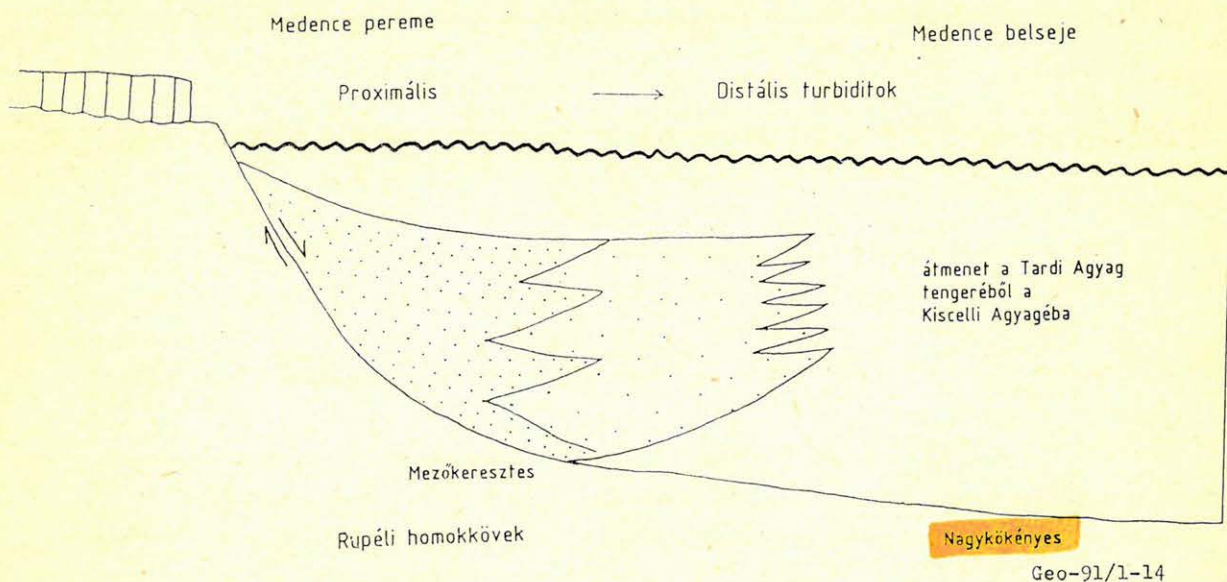


13. ábra. Alsókiscelli ösföldrajzi vázlat (Váradi et al. 1990. nyomán)

Fig. 13. Paleogeographic sketch of Lower Kiscellien (After Váradi et al. 1990.)

Рис. 13. Палеогеографический план инжней кисцеллин (по Варади, 1990)

4. CIKLUS. Felső Kiscelli alján förtént nagyméretű globális tengerszint esés:
regresszív periódus
Kor: 30,5Mé–29,5Mé (NP24 legalsó része)



14. ábra. Felsőkiscelli ösföldrajzi vázlat, korai szakasz (Váradi et al. 1990. nyomán)

Fig. 14. Paleogeographic sketch of Upper Kiscellian, early period (After Váradi et al. 1990.)

Рис. 14. Палеогеографический план верхней кисцелли, ранний этап (по Варади, 1990)

Üledékes környezet, fácies: A felső kiscelli homokkövek az észak-magyarországi szénhidrogén telepek fő tárolói. Keletkezésükről, korbesorolásukról eltérőek a vélemények. Ennek oka vélhetően az, hogy a Tardi Agyag felhalmozódását követően gyorsan süllyedt a medence. A felső kiscelliben az üledékfelhalmozódás rövid idő alatt túlterjedt a Tardi Agyag elterjedési határain. A változó vastagságú homokkőrétegek ezért hol a Tardi Agyag legfelső, hol a Kiscelli Agyag legalsó tagozatába kerültek besorolásra.

A relatív tengerszintváltozási görbe (Haq et al., 1987) szerint (11. a. ábra) az NP24 zóna legalsó részén ment végbe a paleogén legnagyobb globális tengerszintesése. Ez a partvonalak gyors eltolódását eredményezte a medencecentrum irányába.

Az erózióknak kitett peremi részokről nagy mennyiségű terasztrikus anyag szállítódott a medence belsejébe (turbiditok).

A Zagyva-árokban csak a Tóalmás–2 fúrás tárt fel viszonylag kedvező kifejlődésű, de kis vastagságú turbidit összletet. A többi vizsgált fúrás csupán nagyon vékony, disztális turbidit homokköveket harántolt. Ez arra utal, hogy a Zagyva-árokba ezen időszakban nem történt nagyobb mértékű anyagbehordás.

A Zagyva-árok kiscelli paleopartvonalainak jövőbeli azonosítása azért lenne nagyon fontos, mert jó rezervoárok csak a partvonalak közelében várhatók.

5. fázis: Felső kiscelli tektono-eusztatikus transzgresszió (9. ábra)

Formáció: Kiscelli Agyag

Kor: 29,5 Mé—29 Mé, NP 24 középső része

Fekü: Azokon a területeken a medence belsejében, ahol nem volt turbidites anyagbehordás, a Kiscelli Agyag folyamatosan települ a Tardi Agyag Formációra. Bonyolultabb fácies viszonyok jellemzik azokat a területeket, ahol a felső kiscelliben turbiditok halmozódtak fel. A Kiscelli Agyag ezeken a részeken sokkal vékonyabb kifejlődésben települ a homokkövekre, mint az előző esetben.

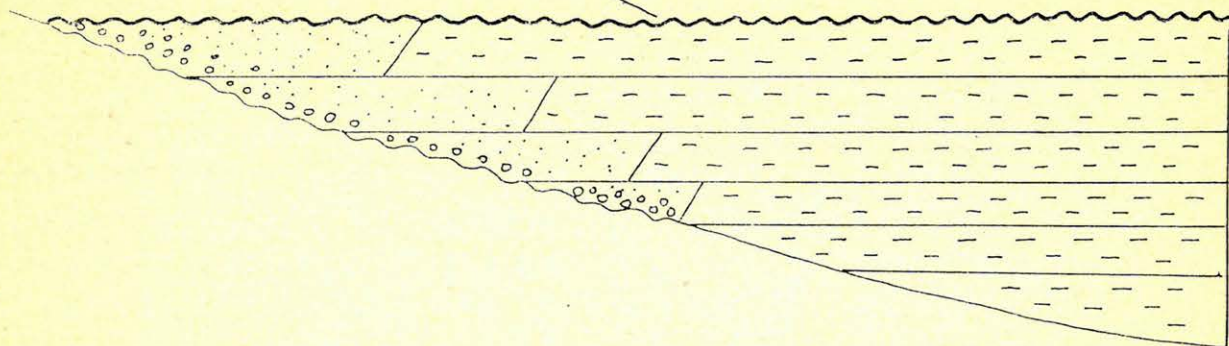
Fedő: Üledékfolytonos átmenet a Szécsényi Slírbe, az esetek többségében nehéz őket egymástól elkülöníteni.

Üledékes környezet, fácies: Valószínűleg törésekhez kötött, vertikális méreteiben extrém és időben nagyon gyors medencesüllyedés, melynek eredményeként a fellépő tektono-eusztatikus transzgresszió hatására az észak-magyarországi paleogén medencékben helyreállt az összeköttetés a világtengerekkel. A transzgresszió során a különböző mértékben erodált felszínre transzgressziós part-szegélyi, a hullámverés zónájában képződött, homokkövek, konglomerátumok és tarkaagyagok (Hárshegyi Homokkő Formáció) rakódtak le. A ciklus vége felé a peremi területeknek a medencecentrumhoz közelebb eső részén is rakódott le kisebb vastagságban, sekélytengeri Kiscelli Agyag

Partszegélyi fácies:
Hárshegyi Homokkő

Medence belsejei fácies:
Kiscelli Agyag

BUDA VONAL



Süllyedés >> depozíció
Vízmélység 400-600m (néha 1000m)
Geo-91/1-15

15. ábra. Felsőkiscelli ősföldrajzi vázlat, középső szakasz (Váradi et al. 1990. nyomán)

Fig. 15. Paleogeographic sketch of Upper Kiscellian, middle period (After Váradi et al. 1990.)

Рис. 15. Палеогеографический план верхней кисцеллин, средний этап (по Варади, 1990)

6. fázis: Az alsó egri emelet korai szakasza: megállt a medence gyors süllyedése és a transzgresszió.

Formáció: „típusos” Szécsényi Slír

Kor: 29 Mé—28,4 Mé, NP24 felső része

Fekü: A „típusos” Szécsényi Slír a medence-belsejei részeken folyamatosan fejlődik ki a Kiscelli Agyagból. A medencék peremi részein a „típusos” Szécsényi Slír nagyon vékony, a slíreket az NP 25 nannozónától felváltja a Pétervásárai Homokkő Formáció alsó turbidites tagozata. Megjegyzendő, hogy ez nem jelent időhiátust a Kiscelli Agyag és a Pétervásárai Homokkő Formációk között, csupán folyamatos fácies változást.

Fedő: A „típusos” Szécsényi Slírré diszkordánsan települnek a Pétervásárai Homokkő különböző tagozatai. A medence belsejében (pl. a Nagykokényes—I. fúrás által feltárt terület) a „típusos” Szécsényi Slírré üledékfolytonossággal települnek a Pétervásárai Homokkő heteropikus fáciesei, (vékony homokkő betelepülések, „nem típusos” Szécsényi Slír).

Üledési környezet, fácies: Normális sótartalmú mélyszublittoralis környezetben lerakódott világosszürke agyagás aleurit, finomhomokos betelepülésekkel.

7. fázis: Alsó egri emeletől — az alsó ottanangiig tartó regressziós periódus

Formáció: Pétervásárai Homokkő és ennek heteropikus mélyebb medencei kifejlődése („nem típusos” Szécsényi Slír).

Kor: 28,4 Mé—18,5 Mé, NP25—NN1—NN2—NN3 legalsó része.

Fekü: A Pétervásárai Homokkő különböző szintjei diszkordánsan települnek a „típusos” Szécsényi Slírré. A kétfajta Szécsényi Slír folyamatosan követi egymást.

Fedő: Az észak-magyarországi paleogén medencékben általában miocén vulkanizmus szakítja meg a Pétervásárai Homokkő lerakódását (riolittufák).

Üledékes környezet, fácies: A Pétervásárai Homokkő Formáció vertikálisan négy részre osztható.

a) 28,4 Mé—25 Mé

Az alsó egri emelet ismétlődő, rövid ideig tartó globális tengerszint-változásokhoz a Pétervásárai Homokkő alsó turbidites homokkő kifejlődése kapcsolódik. Ezen homokkővek heteropikus megfelelői a nyílt vízi környezetben lerakódott agyagos, homokos aleuritos slírek.

Az alsó/felső egerien határan, az NP25—NN1 zónák határan, (25,2—25,0 Mé ezelőtt) lejátszódó tektonikai mozgások és az utolsó nagyobb méretű globális tengerszintcsökkenés együttes eredményének tekinthető az utolsó turbidites rétegek lerakódása.

b) 25,0 Mé—22 Mé

A felső egri (alsómiocén) emeletben a 25,0—24,8 Mé között gyors globális tengerszint emelkedés ment végbe. Ezt követően (22 Mé-ig), felfelé egyre regresszívebb sekélytengeri homokkő összetétel rakódott le a Pétervásárai Homokkő Formáción belül. A heteropikus Szécsényi Slír agyagosabb kifejlődést mutat.

c) 22 Mé—20,8 Mé

Az egri emelet végén lezajló tengerszintcsökkenés eredményeként homokkővek rakódtak le.

d) 20,8 Mé—18,5 Mé

Az eggenburgi emelet elején (21 Mé—18,5 Mé) a nagymértékű globális tengerszint emelkedés következtében helyreállt a kapcsolat a Földközi-tengerrel. Transzgresszív homokkő és márgák

halmozódottak föl. Az eggenburgi emelet végén bekövetkező regresszió a területet izolálta.

Az ismertetett homokkő formációk — a Pétervásárai Homokkő Formáció kivételével — nem korrelálhatók a vizsgált területen. Ennek oka az, hogy:

— a tóalmási fúrások oldaleltolódási zónában mélyültek. Ez a zóna feltehetően már az oligocén folyamán is aktív volt, térsége kevésbé volt alkalmas a homokkövek lerakódására.

— a nagykökényesi és turai fúrások medencebelseji rétegeket tártak fel, itt még vékony homokkő betelepülések sem alakultak ki.

A fentiekből következik, hogy a jó kifejlődésű oligocén homokkövekre elsősorban a medence peremeknek a medence belseje felé eső részén számíthatunk. Megtalálásukhoz tovább kell vizsgálni és térképezni a Zagyva-árok peremterületeit, különös tekintettel a tektonikai vonalakra (Budavonal, Zágráb-vonal).

Köszönetnyilvánítás

A dolgozatban ismertetett szekvencia sztratigráfiai modell többéves különböző intézményekben folyó kutatások eredményeire támaszkodik. Ezek közül első helyen az OKGT Geofizikai Kutató Vállalatának szeizmikus kutatási programja, és az ELTE Általános és Történeti Földtan Tanszékének őslénytani vizsgálatait említhetők.

A szerzők köszönetet mondanak Molnár Károlynak a GKV vezérigazgatójának a biosztratigráfiai és szeizmikus vizsgálatok igényléséért és támogatásáért, az eredmények publikálásának lehetővé tételéért. A szerzők köszönetet mondanak Balla Kálmánnak, a KV kutatási vezérigazgató helyettesének és Szalay Árpádnak, a KV főosztályvezetőjének a fúrómagok reambulációs vizsgálatának lehetővé tételéért. Ezúton köszönik Báldi Tamás professzornak „A hazai paleogén medencék súlylyedéstörténetének rekonstrukciója...” OTKA program vezetőjének a programba való bevonását.

IRODALOMJEGYZÉK

- Bally, A. W. 1988.: Atlas of Seismic Stratigraphy, AAPG Studies in Geology 27.
 Báldi T. 1983: Oligocén és alsó-miocén formációk, Akadémiai Kiadó, Budapest.
 Báldi T., Báldiné Beke M. 1986.: A Magyar Paleogén Medencék fejlődése, Őslénytani Viták 33., Budapest, p. 95—145.
 Báldiné Beke M., Nagymarosi A. 1986.: A nannoplankton előnyei, hátrányai, alkalmazási lehetőségei a biosztratigráfiában, Őslénytani Viták 32. Budapest, p. 59—76.
 Bruckner-Wein A., Vető I., Dudich E. 1984.: Az anoxikus tardi agyag (oligocén) üledékképződésének geokémiai vizsgálata, A M. Áll. Földtani Intézet évi jelentése az 1983. évről, p. 271—299.
 Elston D. P., Lantos M., Hámor T. (in press): High Resolution Magnetostratigraphic and Seismic Stratigraphic Correlations and a Model for Accumulation of

- Pannonian (Late Miocene and Pliocene) Deposits in Hungarian Basin: Part 1. Stratigraphy and Magnetostratigraphy
 Haq B. U., Hardenbol, J., Vail, P. R. 1987.: Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic, Science 235. p. 1156—1167.
 Horváth F., Tari G. 1989.: Az oldaleltolódásos tektonika jelentősége a szénhidrogén-felhalmozódásban, Tanulmány, GKV Adattár.
 Lakatos L., Pogácsás Gy., Nagymarosi A., Barvitz A., Hámor N.: Szeizmikus sztratigráfiai és biosztratigráfiai adatok korrelációja az Észak-Alföld területei képződményeinek példáján. Előadás az MGE Vándorgyűlésén, Szolnok, 1988.
 Martini E. 1971: Standard Tertiary and Quarternary Calcareous Nannoplankton Zonation, Proc. II. Plankton Conf. Rome, p. 739—785.
 Nagymarosi A. 1988.: A magyarországi Paleogén Medencét harántoló szeizmikus szelvények közelében készült fúrások maganyagának, nannoplankton sztratigráfiai vizsgálata, Kutatási Jelentés, GKV Adattár, Budapest.
 Nagymarosi A., Varga P. 1988.: A magyarországi Paleogén Medencét harántoló szeizmikus szelvények közelében készült fúrások maganyagának nannoplankton sztratigráfiai műszaki szakértői vizsgálata, Kutatási Jelentés, GKV Adattár, Budapest.
 Nagymarosi A., Horváth M. 1990.: Az Észak-magyarországi Paleogén Medence rétegtani felépítése, a paleogén formációk szeizmikus értelmezést segítő lehatárolása, előzetes kutatási jelentés, GKV Adattár, Budapest, p. 1—82.
 Okada H., Bukry, D. 1980.: Supplementary Modification and Introduction of Code Numbers to the Low-Latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation, Marine Micropal. 5. p. 321—325.
 Pogácsás Gy., Jámor Á., R. Mattick, D. Elston, Várkonyi L., Lantos M., Simon E., Várnai P., Hámor T., Lakatos L. 1987.: Correlation of seismo- and magnetostratigraphy Chronostratigraphy and the evolutionary sequence of rock units the Pannonian Basin, COGEO DATA International Workshop on computerized basin analysis with special emphasis on hydrocarbon exploration, Abstract, Szeged szept. 7—11. p. 1—13.
 G. Pogácsás, Á. Jámor, R. E. Mattick, D. P. Elston, T. Hámor, L. Lakatos, M. Lantos, E. Simon, G. Várkonyi, L. Várnai, P. Várnai 1990: Chronostratigraphic Relations of Neogene Formations of the Great Hungarian Plain Based on Seismic and Paleomagnetic Data, International Geology Review Vol. 32. p. 449—467.
 Tari G. 1988.: Strike-Slip Origin of the Vatta-Maklár Trough, Northern Hungary, Acta Geologica Hungarica, Vol. 31/1—2, p. 101—109.
 Tari G., Horváth F., Rumpler J. (in press): Styles of Extension in the Pannonian Basin, Tectonophysics
 Vail P. R., Todd R. G., Sangree J. B. 1977.: Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 5. Chronostratigraphic Significance of Seismic Reflections, Seismic Stratigraphy-application to hydrocarbon exploration AAPG Memoir 26. p. 99—116. Tulsa.
 GKV Munkacsoport (Váradi M., Barvitz A., Lakatos L. et al.) 1990.: A—14—90. adatszolgáltatás a Zagyva-árok területén 1989. évben végzett átnézetes reflexiós szeizmikus mérésekről, Kutatási Jelentés, GKV Adattár, Budapest.
 KV—GKV Paleogén Munkacsoport (Nagymarosi A., Szentgyörgyi K., Tanács J., Horváth F., Tari G., Lakatos L., Thamóné Bozsó E., Baranyai L., Bruckner-Wein A., Vető I., Konecz I.) 1990.: A Paleogén Medence fejlődéstörténeti rekonstrukciója, Előzetes Jelentés, GKV Adattár, Budapest.

A Derecskei-árok környezetének szeizmosztratigráfiai modellje

VAKARCS GÁBOR*, VÁRNAI PÉTER*

A rejtett csapdák kutatása rendkívül bonyolult folyamat. Több tudományág ismeretanyagának együttes értelmezését, komplex elemzését igényli az a folyamat, melynek során a valóban „rejtett” csapdák a kutatók számára meghatározhatóvá válnak. A vizsgálatok alapja a medenceanalízis, melynek során meg kell határozni a rétegtani, litológiai, fácies, medencefeltöltődési és a CH földtani modellt. Mindezek után, a fejlődéstörténet ismeretének birtokában válik csak lehetővé a rejtett csapdák azonosítása.

Az integrált modellalkotás első lépéseként, a szeizmikus szekvenciaanalízis során a pannon üledéksorban 4 leülepedési szekvenciát azonosítottunk, s ezeken belül összesen 19 parasekvenciát különítettünk el. Kimutattuk, hogy a Derecskei oldalelmozdulási zónában a bizonyított legnagyobb horizontális elmozdulás 5,5 km, a vertikális lezökkenés mértéke pedig 200—600 m. A mozgás feltehetőleg a mai napig is tart.

A szeizmikus fáciesanalízis során meghatároztuk a reflexiók szeizmikus paramétereinek sajátosságait és ezek alapján szeizmikus fácieseket különítettünk el. A karotázsgörbék elemzése alapján elektrofaciéseket határoztunk meg, s azonosítottuk a leülepedési környezeteket. Az integrált karotázs és szeizmikus vizsgálatok eredményeként kidolgoztuk a terület üledékfeltöltődési modelljét és elkészítettük összföldrajzi rekonstrukcióját.

The exploration of subtle traps is a very complex task. The interpretation of different disciplines' results is the method, through which the really „subtle” traps could be identified. Basin analysis is the basis of these projects: the stratigraphic, lithologic, facies, infilling and HC geological models should be identified.

As the first step of the stratigraphic exploration, during the seismic stratigraphic analysis we identified 4 sequences and 19 parasequences within the pannonian sedimentary section. We identified the major parameters of the Derecske strike-slip zone: horizontal displacement min. 5.5 km, vertical displacement 200—600 m. It is very likely, that the strike-slip zone is still active.

In the course of the seismic facies analysis we identified the characteristics of the seismic reflections, and on the basis of them we separated the seismic facies. Based on well log interpretation we determined the electrofacies, then the sedimentary environments. As the result of the integrated seismic and well log analysis we worked out the sediment infilling model and prepared the paleogeographic reconstruction.

Исследование скрытых ловушек является чрезвычайно сложным процессом, требующим комплексную интерпретацию и анализ разных наук, в интересах их вскрытия. Основой исследований является анализ бассейна. В процессе анализа определяются модели стратиграфии, литологии, фаций, заполнения бассейна и углеводородной геологии. После этого, используя историю эволюции, возможна идентификация скрытых ловушек.

В первом этапе интегрального создания модели, в процессе анализа сейсмических секвенций идентифицированы 4 секвенции отложенные в паннонской свите, в них разделены 19 парасеквенций. Показано, что в зоне бокового сдвига Деречке наибольшее горизонтальное смещение было 5.5 км, вертикальный сброс — 200—600 м. Можно предполагать, что сдвиг продолжается и в наши дни.

В процессе анализа сейсмических фаций определены свойства сейсмических параметров отражений и на их основе отличены сейсмические фации. Анализируя каротажные кривые определены электрофации и идентифицированы окружности отложения. В результате совместных каротажных и сейсмических исследований разработана модель заполнения области и создана палеогеографическая реконструкция области.

Bevezetés

Hazánkban a megtalált szénhidrogének döntő többsége neogén anyakőzetekből keletkezett. Ezen kívül néhány mezozoos képződmény tekinthető még perspektivikus anyakőzetnek. A másodlagos migrációban a legfontosabb fluidumvezető szint a neogén—preneogén kőzetek határán lévő tágabb értelemben vett diszkordancia felület, mely a plató területeken gyakorlatilag a vékony tör-

melékes miocén összletnek feleltethető meg. Tárolóközetként a metamorf alaphegység repedezett felső zónája, a transzgressziós miocén bázisképződmények és a pannon turbidit miocén homokkőzetek a legjelentősebbek. Regionális záróközetként az általánosan elterjedt neogén pelites összletek jöhetnek számításba (Pa_1^{1a} , Pa_1^2 egység). A legjelentősebb csapdatípusoknak a szerkezeti maximumok, antiklinálisok bizonyultak.

A fentiek alapján kézenfekvő volt az a kutatási stratégia, mely a 80-as évek elejéig biztosította újabb és újabb jelentős CH telepek felfedezését. A geofizikai szelvényeken markánsan jelentkező

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest

fizikai határfelületek — neogén fekü, pannon fekü közeli szint — térképezése által adódó morfológiai maximumok fúrásos kutatása általában sikeresnek bizonyult. Nyilvánvalóvá vált azonban, hogy a fúrható objektumok mennyisége és mérete csökkenő tendenciájú, valamint az anyakőzet, tárolókőzet, zárókőzet és csapdageometria tekintetében jó paraméterekkel rendelkező szerkezetek egy része szénhidrogénföldtani szempontból meddőnek bizonyult. A nyolcvanas években a kutatók figyelme ezért egyrészt új tároló playek kutatására, másrészt a migráció jobb megismerésére, harmadrészt valamennyi információt összegző CH földtani modell kialakítására irányult. Az ilyen jellegű vizsgálatok alapját képező szeizmosztratigráfiai modell elkészítésében elért eredményeink rövid összefoglalását mutatjuk be jelen tanulmányunkban.

1. Szeizmikus sztratigráfiai vizsgálatok módszere

A kutatási terület pannon üledékfeltöltődési modelljét az általánosított szekvencia sztratigráfia (Vail, 1987, Van Wagoner et al., 1987) alapelvei alapján dolgoztuk ki. A szeizmikus sztratigráfiai értelmezés során az alábbi lépéseket követtük:

1. *Szekvencia sztratigráfiai analízis:* meghatároztuk az összetartozó reflexióegységeket és reflexió elvégződéseket. Ezek alapján azonosítottuk az üledékes szekvenciákat és a különböző üledékes szisztémákat (Systems Tract, ST).

2. *Karotázs szekvencia analízis:* mintegy fél-száz fúrás karotázsszelvényeinek részletes vizsgálata során a karotázsjelalakok elemzése alapján előzetesen szekvencia és üledékes szisztéma határokat különítettünk el.

3. A rendelkezésünkre álló legjobb szeizmokarotázs és VSP adatok által a *szeizmikus időléptékbe transzformált karotázsgörbék* (Göncz és Késmárky, VSPH, 1989) a szeizmikus szelvényekkel összevetve finomítottuk és pontosítottuk a korábban a szeizmikus szelvényeken és a karotázsgörbéken külön-külön meghatározott szekvencia és ST határokat.

4. A *szeizmikus fácies analízis* során meghatároztuk a szekvenciák belüli reflexiók szeizmikus paramétereinek sajátosságait (konfiguráció, kontinuitás, amplitúdó, frekvencia). Ezek alapján szeizmikus fácieseket különítettünk el és következtettünk a egykori leülepedési környezetekre.

5. A *karotázs elektrofácies és litológiai vizsgálatok* eredményeit integráltuk a szeizmikus fácieselemzés eredményeivel. Ezáltal lehetővé vált a fúrásban kapott pontszerű információ oldalirányú kiterjesztése és lényegesen részletesebb fáciesmodell kidolgozása.

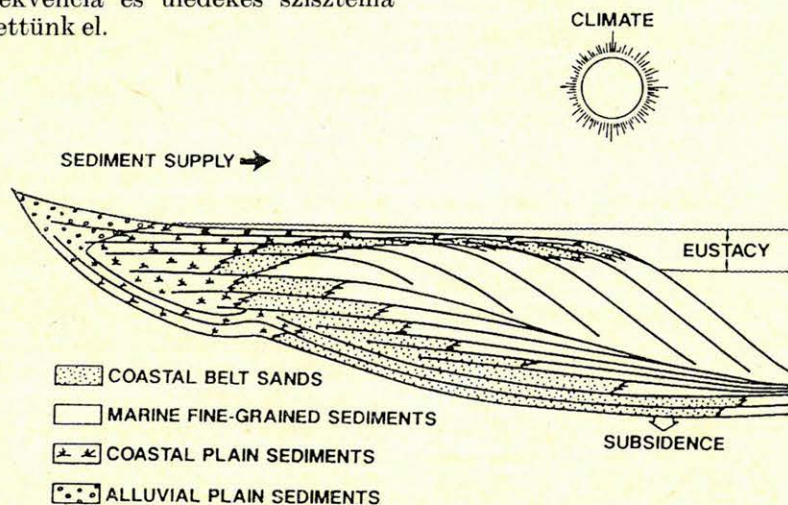
6. Az elvégzett vizsgálatok alapján dolgoztuk ki a terület *üledékfeltöltődési modelljét*, és elkészítettük *ősföldrajzi rekonstrukcióját*.

1.1. Szekvencia sztratigráfia

1.1.1. A szekvencia sztratigráfia alapelvei

Egy üledékes medence közetösszetételében a rétegtani egységek és a litofáciesek eloszlását 4 fő tényező befolyásolja (1. ábra). Ezek:

- a *tektonikai süllyedés mértéke*, melynek hatására kialakul az üledékgyűjtő medence;
- az *eusztatikus tengerszintváltozás*, amely meghatározza a rétegzettség és a litofáciesek eloszlását;



Geo-91/4-1

1. ábra. Egy üledékes medence közetösszetételében a litofáciesek és a rétegtani egységek eloszlását 4 fő tényező határozza meg (P. R. Vail 1987). 1. Tektonikai süllyedés mértéke 2. Eusztatikus tengerszintváltozás 3. A behordott üledékek mennyisége 4. Klíma

Fig. 1. Four major factors determine the distribution of lithofacies, sedimentary units within a sedimentary basin (Vail 1987). 1. Amount of tectonic subsidence, 2. Eustatic sea level changes, 3. Amount of sediment input, 4. Climate

Рис. 1. Распределение литофаций и стратиграфических единиц в литологическом составе осадочного бассейна определяется 4 главными факторами (P.R. Vail, 1987). 1. Степень тектонического погружения, 2. Эвстатическое изменение уровня моря, 3. Количество внесенных осадков, 4. Климат

- a behordott üledékek mennyisége, amely a paleovízmélységet határozza meg;
- valamint a klíma, amely meghatározza az üledékek típusát.

Az eusztatikus tengerszintváltozás és a tektonikai süllyedés egymásra hatása eredményezi a relatív tengerszintváltozást, mely egyértelműen befolyásolja az üledékképződés folyamatát. Értelmezése a sztratigráfiai vizsgálatok egyik sarkalatos pontja.

Az általunk vizsgált területen a medencét feltöltő üledékeket a kiemelkedő Keleti-Kárpátok lepusztuló törmelékanyaga szolgáltatta. Az üledékbeszállítás mértékét a hegység kiemelkedésének intenzitása és a relatív tengerszintváltozás szuperponálódása befolyásolta. A szarmata emelet végén a hőmérséklet fokozatosan csökkent, a klíma csapadékosabbá vált. Ennek következtében uralkodóan szilikátos kőzetek, pelitek és pszammitok építik fel a rétegsort.

1.1.2. Szeizmikus szekvencia analízis

A regionális diszkordancia felületek által határolt fő sztratigráfiai egységeket *leülepedési szekvenciáknak* nevezzük (depositional sequence, Vail et al., 1977). Ez az egység azon üledékanyagot foglalja magába, amely egy eusztatikus vízszintváltozási ciklusban rakódott le. A szekvenciák határai az eusztatikus vízszintváltozási görbe tengerszint csökkenési szakaszának inflexiós pontjai közelében vannak. Ezek a genetikailag egységes összletek a felszíni feltárásokban, a mélyfúrásokban, a karotázsgörbékben és a szeizmikus szelvényeken is azonosíthatók.

A szeizmikus szekvencia analízis alapegysége a *szeizmikus szekvencia*. A szeizmikus szelvényeken kijelölhető, genetikailag összefüggő reflexió kötegek megfigyelhetők a leülepedési szekvenciáknak, azaz a szeizmikus szekvencia definíciója (Vail 1987): az egy eusztatikus vízszintváltozási ciklusban képződött üledékanyagot reprezentáló reflexió köteg. Alsó és felső határa a szeizmikus reflexió elvégződés alapján kimutatott diszkordancia felület, illetve a medencebelsőben az azoknak megfelelő korrelálható konkordáns felület.

A leülepedési szekvencia különböző vízszintekhez tartozó genetikai alegységekre, üledékes szisztémákra osztható (2. ábra).

1. A *Lowstand Systems Tract* (LST, alacsony vízszinthez tartozó üledékes szisztéma) a szekvencia induló tagja, amely a medence belseje felé épül (progradáció). Lejtő-, fan- és csatorna-üledékek építik fel. Az eusztatikus vízszintcsökkenés meghaladta a tektonikai süllyedés mértékét (vízszintcsökkenés). Coastal onlap (parti rálapolódás) elvégződés jelöli ki az 1. típusú szekvencia határt, az LST alsó határát (3. ábra).

2. A *Shelf Margin Systems Tract* (SMST, medence peremi üledékes szisztéma) megjelenése szintén egy új szekvencia lerakódásának kezdetét jelzi. Az LST-től eltérően a tektonikai süllyedés és az eusztatikus vízszintsüllyedés mértéke megközelítőleg egyensúlyban volt (nincs

jelentős vízszintváltozás). Ez az üledékes szisztéma elsősorban felfelé épül (aggradáció), illetve kis mértékben progradálhat. Marine onlap-ek jelölik ki a 2. típusú szekvencia határt.

3. A *Transgressional Systems Tract* (TST, emelkedő vízszinthez tartozó üledékes szisztéma) a part felé épülő (retrogradáció) üledékekből áll. Mivel az üledékek partközelségben rakódnak le, a TST a medence felé kivekonyodik (4. ábra), mivel a medence éhező terület volt.

4. A *Hightstand Systems Tract* (HST, magas vízszinthez tartozó üledékes szisztéma) újra a medence felé progradáló delta lebenyekből áll (5. ábra). Downlap elvégződésekkkel (kondenzált üledékképződés) települ az alatta lévő TST-re. Ez a határ jelzi a maximális vízzelborítottságot — mivel ez a transzgresszió maximuma.

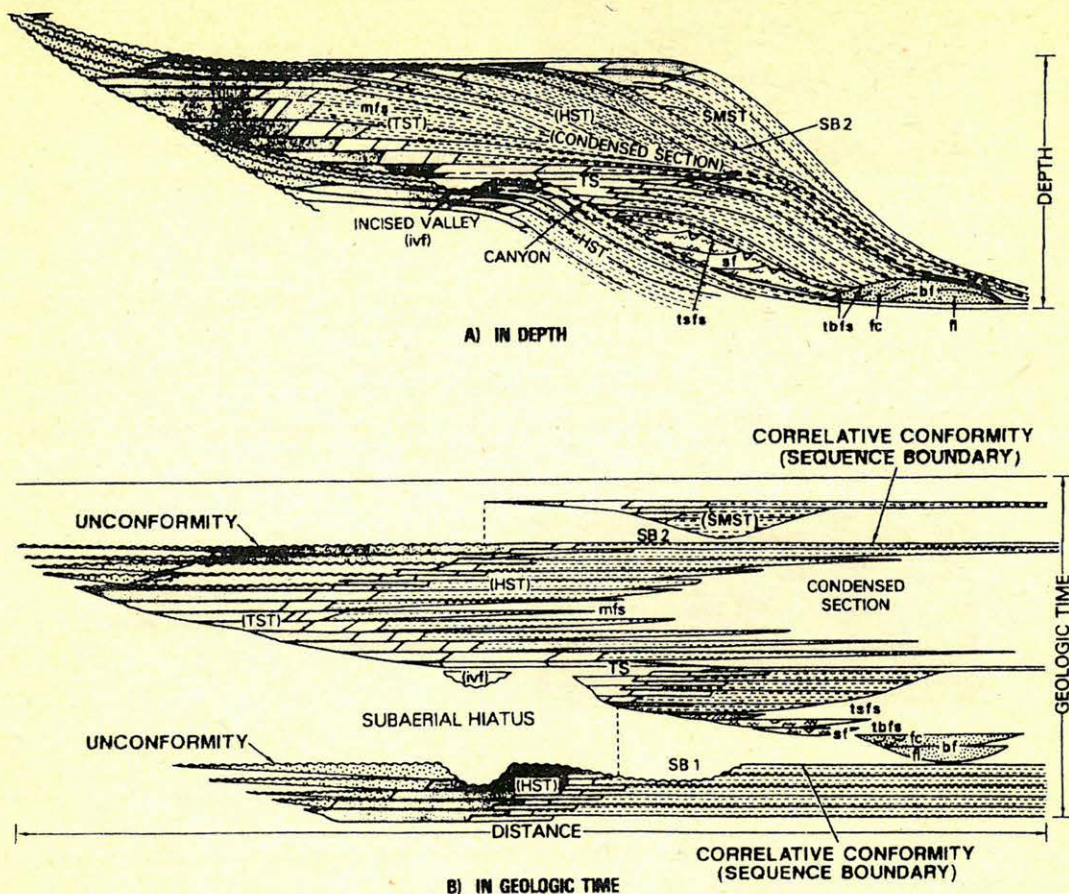
Egy-egy szekvencia tehát progradáló LST vagy aggradáló SMST lerakódásával kezdődik, melyre retrogradáló TST és végül progradáló HST települ.

Egy adott üledékes szisztéma genetikailag egységes rétegekből — paraszekvenciákból — áll (Van Wagoner et al., 1987). A paraszekvenciák határa izokron felület, melyek azonos leülepedési időpillanatot jelentenek. Ezeknek a határfelületeknek térképezhetőnek, vagyis nagyobb elterjedésűeknek kell lenniük.

A szeizmikus szekvencia analízis *első lépéseként* a reflexió elvégzések alapján *azonosítottuk a diszkordancia felületeket*, melyek a medenceperemen — azaz a delta síkság fácies alsó része, a delta front fácies és a delta lejtő fácies felső része — azonosíthatók a legnagyobb biztonsággal. A diszkordancia felületeket alul toplap (felülapolódás), truncation (csonkulás) és apparent truncation (látszólagos csonkulás), felül onlap (rálapolódás) és downlap (ellapolódás) elvégzések jelölik ki (3., 4., 5. ábrák).

A *második lépésben* a szekvenciát felépítő üledékes szisztémák határait jelöltük ki. Az LST alsó határa megegyezik a szekvencia határával, felső határa a *transzgresszió felszíne* (*Transgressive Surface, TS*) (2., 3. ábrák). Egy üledékes szekvenciában a TS az első szignifikáns tengerelöntési felszín. Alulról, mint az LST lejtő felső burkoló felülete, felülről pedig a csekély üledékmenyiségből adódó downlap elvégzések alapján azonosítható. Talán a legnehezebben ez a felület jelölhető ki, mivel a paleotengerpart általában nagy amplitúdójú, a szárazföld felé rálapolódó reflexióegységekkel jelentkezik. A TST alsó határa a TS, felső határa a *maximális elöntés felszíne* (*maximum flooding surface, mfs*) (2., 4. ábrák). Az mfs downlap felszín (downlap surface, dls). Alul apparent truncation-nel, felül downlap-pel jelentkezik. Az mfs a szekvencián belül a létező legnagyobb tengerelöntést indikálja, s egyben elkülöníti egymástól a TST retrogradáló és a korai HST progradáló paraszekvencia csoportjait. A HST felső határa már a következő szekvencia határa.

A *harmadik lépésben* az üledékes szisztémákon belül paraszekvenciákat különítettünk el. A paraszekvenciák határa izokron felület, általában nagy amplitúdójú, folytonos, jól követhető sigmoid reflexió. Ezek a felületek térképezhetőek, s csapás-



LEGEND

	ALLUVIAL		MARINE SILT, MUDSTONE
	COASTAL PLAIN		MARINE SHALE
	ESTUARINE/FLUVIAL		DEEP-WATER SANDS
	SHOREFACE/DELTAIC SANDS		
	Lowstand Systems Tract (LST)		Transgressive Systems Tract (TST)
	Lowstand Basin Floor Fan (bf)		Highstand Systems Tract (HST)
	Lowstand Slope Fan (sf)		Shelf Margin Systems Tract (SMST)
	Lowstand Wedge-Prograding Complex (lsw)		

Geo-91/4-2

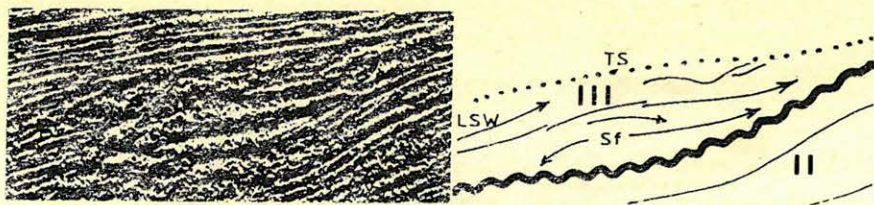
2. ábra. A törmelékes üledékes kőzetek Systems Tract beosztása és a litofáciések elterjedése mélységként (1) és a geológiai idő léptékében (2) (P. R. Vail 1987). Általánosságban az anyakőzetek a HST-hez, a tárolókőzetek az LST-hez kapcsolódnak

Fig. 2. Systems Tract division of elastic sediments and the distribution of lithofacies in depth (1), and in geologic time (2) (Vail 1987). In general the source rocks are located in the HST, and the reservoir rocks in the LST

Рис. 2. Разделение обломочных осадочных пород по Systems Tract и распространение литофаций в масштабе глубины (1) и геологического времени (2) (P. R. Vail, 1987). Материнские породы связаны вообще с HST, а коллекторы — с LST

irányú kiterjedésük legalább 10 km. Alulról toplap, esetenként apparent truncation, felülről downlap elvégződés határolják. A paraszekvenciák kvázi konkordáns településűek.

A szeizmikus szelvények elemzése során a kutatási terület neogén rétegsorában 4 szekvenciát azonosítottunk, ezeken belül összesen 19 paraszekvenciát. Meghatároztuk az egyes szekvenciák

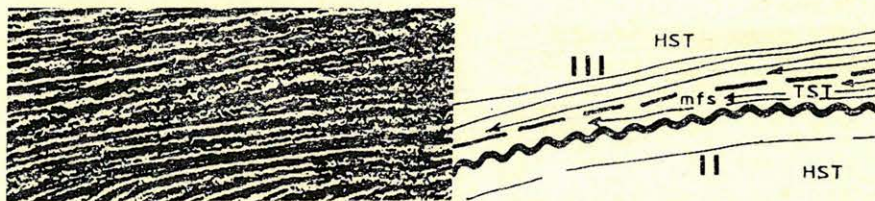


Geo-91/4-3

3. ábra. A III. szekvenciához tartozó Lowstand Systems Tract. A fázisszelvény a Landmark III szeizmikus munkaállomáson készült. Jelmagyarázat a szövegben

Fig. 3. The Lowstand Systems Tract of sequence III. The instantaneous phase profile was made on Landmark III. work station

Рис. 3. Lowstand Systems Tract входящий в III секвенцию. Фазовая диаграмма получена с помощью сейсмического рабочего места LANDMARK III. обозначения см. в тексте

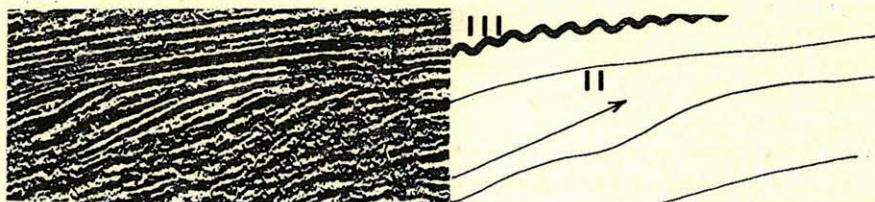


Geo-91/4-4

4. ábra. A III. szekvenciához tartozó Transgressive Systems Tract. Fázisszelvény. Jelgyamarázat a szövegben

Fig. 4. The Transgression Systems Tract of sequence III. Instantaneous phase profile

Рис. 4. Transgressive Systems Tract входящий в III секвенцию. Фазовая диаграмма. Обозначения см. в тексте



Geo-91/4-5

5. ábra. A II. szekvenciához tartozó Highstand Systems Tract. Fázisszelvény. Jelmagyarázat a szövegben

Fig. 5. The Highstand Systems Tract of sequence II. Instantaneous phase profile

Рис. 5. Highstand Systems Tract входящий в II секвенцию. Фазовая диаграмма. Обозначения см. в тексте

hoz tartozó transzgressziós felszíneket (TS) és a maximális elöntési felszíneket (mfs). A szekvenciákat az idősebbtől a fiatalabb felé haladva római számmal jelöltük. A szignifikáns felületek és paraszekvenciák elnevezésekor mindig figyelembe vettük, hogy mely szekvenciához tartoznak. A kiemelt felületek esetén betűrövidítést, a paraszekvenciáknál az egyes szekvenciákban belül 1-től kezdődő arab számozást alkalmaztunk. Tehát pl. II/mfs a II. szekvencia maximális elöntési felszínét, a II/1 pedig a II. szekvencia első, azaz a legidősebb általunk megállapított paraszekvenciáját jelenti.

1.2. Karotázs szelvények értékelése

A litológia követő szelvényezési módszerek alkalmazása a permeabilis és impermeabilis összetek elkülönítésére, és érzékenyek a kőzetösszetételre (Ferenczy et al., 1989; Somfai et al., 1990). Vizsgálataink során ezért elsősorban a természetes gamma és a standard potenciál görbék, valamint a tárolókőzetek víztelítettségét indikáló fajlagos ellenállás mérések litológiai és faciológiai értelmezését végeztük el. Mindamellett, hogy az SP, TG és R görbék általában hűen tükrözik a kőzetek agyagtartalom eloszlását és szemcseméret változását, a

mérést befolyásoló tényezők (a rétegvíz szalinitása, a CH-tartalom, radioaktív ásványok jelenléte stb.) hatásának minimalizálása érdekében a rendelkezésre álló többi görbetípus együttes értékelése is szükséges.

A karotázsszelvények értékelését három lépésben végeztük.

Az *első lépésben* a karotázsgörbéken megjelenő jellegzetességek alapján meghatároztuk a szekvencia határokat és elkülönítettük a különböző üledékes szisztémákat.

A *második lépésben* a szekvenciákon belül elektrofaciéseket különítettünk el. A különböző görbealakok analizálásával azonosítottuk az egyes üledékes szisztémákhoz tartozó különböző leülepedési környezeteket.

A *harmadik lépésben* a lehető legpontosabban igyekeztünk meghatározni a szeizmikus idő—mélység kapcsolatot, felhasználva a szeizmokarotázások, VSP információk és a legújabb, a Tiszántúli területre kiterjedő sebességanalízis vizsgálatok (Rumpler et al., 1990) eredményeit. A szeizmikus időléptékbe történő transzformálás után az eredményt összevetettük a szeizmikus adatokkal, finomítva ezáltal a két egymástól függetlenül elévzett értelmezést.

1.3. Szeizmikus fácies analízis

A reflexiók fizikai paraméterei alapján egy-egy szeizmikus szekvencián belül szeizmikus fácieseket különítettünk el. Az azonosításnál figyelembe vettük a reflexiók: *a)* egymáshoz való viszonyát (konfiguráció); *b)* folytonosságának mértékét (kontinuitás); *c)* amplitúdójának nagyságát; *d)* frekvenciáját.

A szeizmikus fáciesek geometriai jellemzése egyrészt a szeizmikus fáciesek külső formájával, másrészt a fáciesen belüli reflexióegységek belső formájával történik. A szeizmikus sselvények értelmezése során ezért először azonosítottuk a legfontosabb *belső* (párhuzamos és egyirányú reflexiók, divergens, széttartó reflexiók, zsindelyes progradációs, buckás hajlított és reflexiószegény formák) és *külső* (ék, tábla, gát, lepel, lencse, bucka, csatornakitöltés, medencekitöltés és lejtő előtér kitöltés) formákat (Mitchum et al., 1977). Ezek alapján határoztuk meg a *szeizmikus fácieseket* (folytonos, nagy amplitúdójú self, kis amplitúdójú self, rossz folytonosságú self, széles, lapos, buckás self, kettős hajlatú progradációs, ferde progradációs, lepel, lejtő előtéri kitöltés, rálapolódó kitöltés, buckás üledékkúp komplexum, dőlt rétegtű, buckás rálapolódó kitöltés és kaotikus kitöltés).

A szeizmikus paraméterekkel leírt szeizmikus fáciesekhez geológiai tartalmat lehet rendelni. A munka további fázisaiban a meghatározott szeizmikus fácieseket és a bennük rejlő geológiai tartalmat szervesen beépítettük a karotázsszelvényekből nyert litológiai és fácies információkat is felhasználó integrált fáciesmodellbe. Ez alapján készítettük el a terület fáciesmodelljének térbeli kiterjesztését, és dolgoztuk ki az ősföldrajzi modellt.

2. A szeizmikus sztratigráfiai vizsgálatok eredményei

2.1. Pannon fejlődéstörténet

2.1.1. I. szekvencia

A medence pannon üledékanyagát valamennyi szekvencia esetében egy ÉK—DNY-i behordási irányú deltarendszer szolgáltatta (6., 7. ábrák). Az I. szekvencia alsó határa a pannon fekvő, amely a kiemelkedések szárnyhelyzetében diszkordancia felület — Kismarja és Biharkeresztes térségében eróziós diszkordancia is kimutatható —, míg a mélymedence részeken konkordáns településű. Az LST és a TST határok azonosítása rendkívül bizonytalan, mivel a medenceperemek ebben az időszakban a területtől távol, ÉK-i irányban voltak. Az első progradáló paraszekvenciák (I/1,2) az oldaleltolódás északi oldalán jelennek meg, melyeket követnek a déli oldalon nyomozható I/3 és I/5, illetve az északi oldalon az I/4 paraszekvenciák. Ezekről a paraszekvenciákról viszonylag kevés adat állt rendelkezésünkre, mivel a medence tengelyében a pannon virágszerkezet, az északi és déli oldalon pedig az országhatár közelségéből adódó kevés szelvény nehezítette az értékelést.

A szeizmikus sztratigráfiai elemzések alátámasztották azt a litogenetikai és litosztratigráfiai vizsgálatokra támaszkodó feltételezést (Szalay és Szentgyörgyi, 1979), hogy az egész pannon feltöltődés során az áramlások és az üledékbeszállítás legaktívabb zónái a legmélyebb szerkezeti helyzetű részeken, az árkok tengelyzónájában voltak. A peremi, magasabb helyzetű területek Kismarja és Biharkeresztes kivételével vízzel borítottak voltak ugyan, de itt az üledéképződés mértéke elenyésző volt.

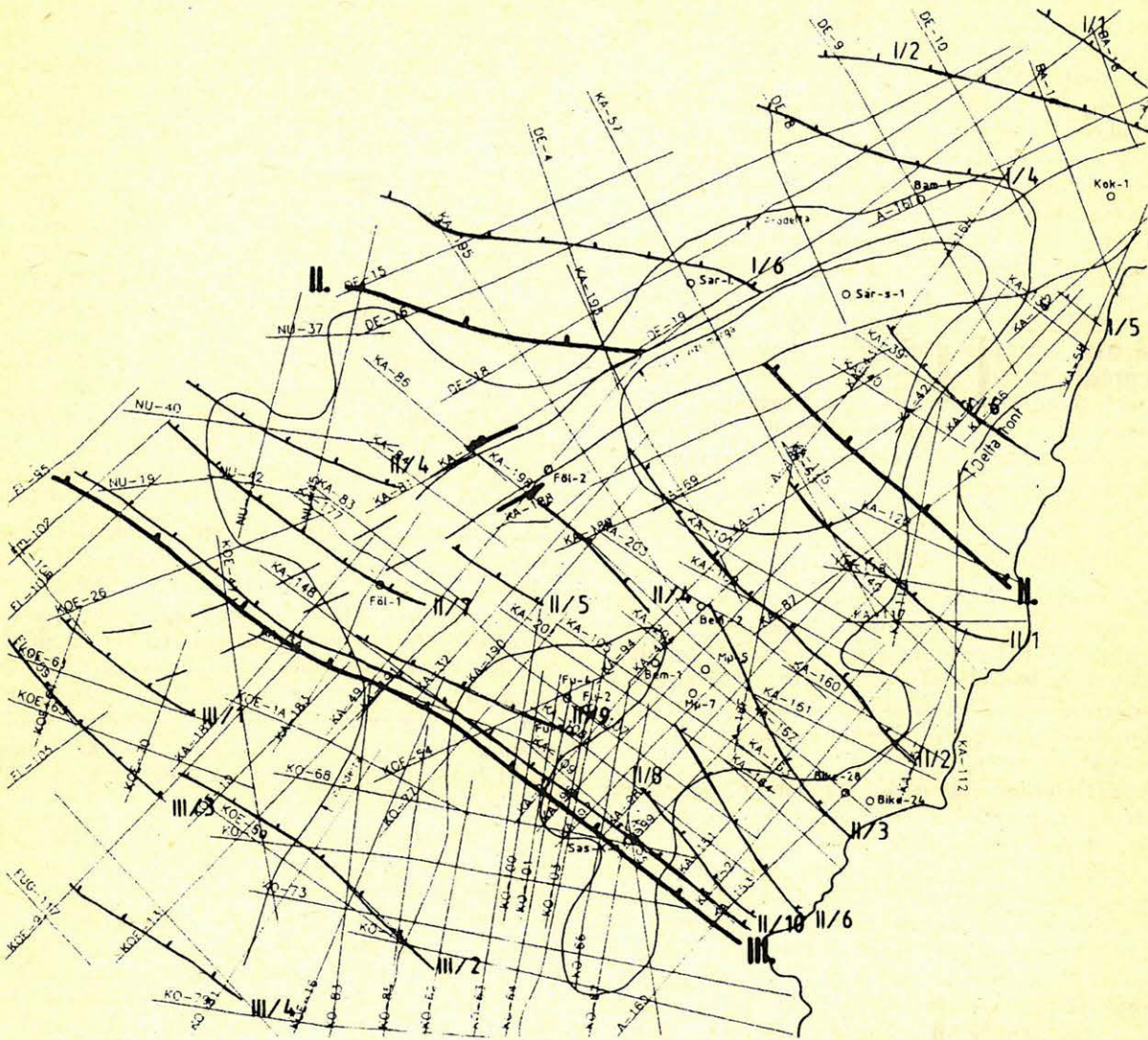
A nyíltvízi márga, a prodelta és a delta lejtő fáciesek eltérő vastagságban jelennek meg a Derecskei medencében, illetve a platókon. A medencében mindhárom fácies közel egyforma vastagságú. Szárnyhelyzetekben csak a delta lejtő fácies jelenik meg azonos vastagságban a nyílt medencében, ill. a platókon. A prodelta és a nyíltvízi márga fáciesek fokozatosan kiékelődnek az aljzaton. Mindebből az következik, hogy a tengelyzónák közel egyenletesen süllyedtek, míg a magasabb szerkezeti helyzetű részek csak később váltak intenzíven süllyedő területté. A morfológia kiegyenlítődése a delta lejtő fácies lerakódása során fejeződött be.

Az I. szekvencia vége felé, illetve a II. szekvencia kezdetén az üledékgyűjtő fokozatosan kibővült. A Mezőpeterdi árokban egy új, de jelentőségében a Derecskei árokkal nem egyenértékű áramlási irány alakult ki. A behordott üledékeket a tengelyirányú áramlások terítették szét.

A mozgási energia a fő áramlási irányokban volt a legnagyobb. Ezért a két árok belsejében, valamint a prodelta és a delta lejtő fáciesek kiékelődési zónájában főleg homokos üledékek várhatók. Az áramlásoktól mentes övezetekben, a vízalatti hátságok területén uralkodóan pelites üledéképződés folyt.

Az I. szekvencia képződése során a tengelyzónában bemért szeizmikus szelvényeken végzett méréseink alapján 800—1000 m-es vízmélységgel számolhatunk. A ciklus vége felé (I/5 paraszekvencia) a medencesüllyedés intenzívebbé vált,

mellyel az üledékbehordódás mértéke egyre kevésbé tudott csak lépést tartani. Ebből adódóan a partvonal előrenyomulása lelassult, s a karotázs és szeizmikus szelvényeken gyengén jelentkező aggradáció mutatható ki.



Jelmagyarázat:

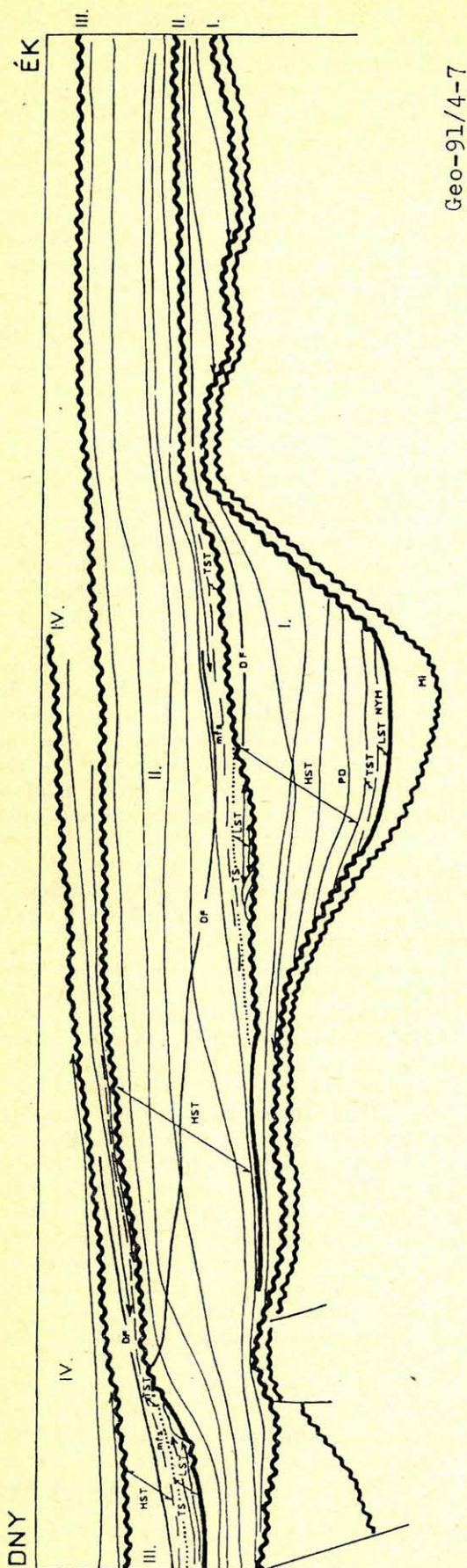
—	A nyíltvízi márga fácies elterjedése	Ka-47	Korrelált szeizmikus szelvény
---	A prodelta fácies elterjedése	Fu-2	Mélyfúrás
----	A delta front fácies elterjedése	II	Paleotengerpart a szekvencia kezdetén
=====	Oldaleltolódási zóna a pannon összletben	II/1	Paleotengerpart a paraszekvencia kezdetén

M = 1 : 200 000

Geo-91/4-6

6. ábra. Pannon feltöltődési modell. A behordás iránya ÉK-i volt

Fig. 6. The infilling model of the pannonian sediments. The major direction of sedimentary input was NE
Рис. 6. Паннонская модель заполнения. Направление внесения северозападное



7. ábra. Elvi szekvencia sztratigráfiai modell

Fig. 7. Theoretic sequence stratigraphic model

Рис. 7. Теоретическая секвенция-стратиграфическая модель

A II. szekvencia kezdetén a medence erőteljesen megsüllyedt, a vízszint lecsökkent. A szeizmikus szelvényeken mintegy 100 m-es vízszintesítés mutatható ki. A maximális vízmélység továbbra is 700–1000 m közötti lehetett. Fokozatosan víz alá került előbb a biharkeresztesi, később a kismarjai szárazulat. Csekély mennyiségű miocén abráziós törmelék Biharkeresztesen kimutatható. Kismarján a nagyon meredek térszín miatt a kiékelődési zónákban nehezen különíthetők el a feldolgozási nehézségekből, illetve a geológiai tartalomból eredő reflexiótöredékek.

Az egykori tengerparti környezetek újra víz alá kerültek, de a gyér üledékutánpótlás következtében „éhező” területté váltak. A TST-ben kondenzált üledékképződés folyt. A korai highstand-tól kezdődően, feltehetően a lehordási területek kiemelkedése következtében nagy relief energia alakult ki. Az üledékképződés legintenzívebben továbbra is a Derecskei-depresszió tengelyvonalaiban, valamint a Mezőpeterdi árokban folyt. Itt rakódtak le a lowstand slope fan-ek, illetve a bizonytalanul azonosított basin floor fan. Ez az objektum nagy mélysége ellenére is mindenképpen jó tároló összetettség várható. A lowstand delta-sorozat azonban uralkodóan agyagos, s várhatóan a kimutatott slope fan-ekben is nagyobb lesz a pelit frakció részaránya.

A relief energia növekedése miatt jelentős mennyiségű törmelékanyag nagyon gyors szállítási sebességgel került az üledékgyűjtőbe. A paraszekvenciákat burkoló sigmoid reflexiók elemzése alapján megállapítottuk, hogy a II/1–10 paraszekvenciák dőlésszöge fokozatosan növekvő tendenciát mutat. A legnagyobb üledékbehordási sebesség a viszonylag kis dőlésű II/1, 2 paraszekvenciák esetében volt, majd a szállítási sebesség a feltöltődés során fokozatosan csökkent. A korai highstand deltákat uralkodóan lapos sigmoid reflexiók reprezentálják (II/1, 2). A II/3–6 paraszekvenciákban megnő az oblique reflexiók részaránya (késői highstand periódus), míg a II/7–10 paraszekvenciáknál már egyértelműen túlsúlyba kerülnek.

A II/1, 2 paraszekvenciák kiékelődési zónáiban mindenképpen várhatunk törmelékes tárolóképződményeket. A továbbiakban az üledékbeszállítás mértéke egyre jobban felülmúlta a medence-süllyedési rátát, viszont az üledékbehordódás sebessége lassult. Ezáltal egyre meredekebb delta lejtők alakultak ki, melyekben a fúrási adatok alapján a pelit frakció is egyértelműen növekvő tendenciájú. A II. szekvenciában a tárolóképződmények tehát egyértelműen az LST-hez és a II/1–3 paraszekvenciák kiékelődési zónáihoz kapcsolódhatnak.

A szekvencia végén ismét felerősödő medence-süllyedés figyelhető meg. Aggradáció mutatható ki mind a karotázsszelvényeken, mind a szeizmikus szelvényeken. A II/10 paraszekvenciát szinte kizárólag sigmoid reflexiók alkotják, s szembevető a delta front fácies meredek, közel

függőleges irányú felfelé vándorlása. A szekvencia végére tehát a medencesüllyedés és az üledékbeszállítás mértéke ismét közel egyensúlyba került.

2.1.3. III. szekvencia

A szeizmikus szelvényeken a III. szekvencia alsó határa jelentkezik a leglátványosabban. Az LST-hez kapcsolódó slope fan-ek és marin onlap-ek a szelvények jelentős részén egyértelműen azonosíthatók.

Az üledékképződési környezetben ekkorra gyökeres változás történt. A nagyon mély árkok részben feltöltődtek, s ennek eredményeként a továbbiakban az I. és II. szekvenciákra jellemző 800–1000 m-es maximális vízmélység 3–400 m-re csökkent. Ez a módosulás a szeizmikus kép alapvető megváltozásában tükröződik. A nagy vertikális és laterális kiterjedésű delta lebenyeket sokkal laposabb, kis dőlésszögű és laterálisan kisebb méretű delta lebenyek váltják fel.

A III. szekvencia TST-je markánsan jelentkezik az egész kutatási területen. A karotázsszelvényeken egy szignifikáns 100–130 m vastagságú homogén pelites sorozat jelenik meg, a szeizmikus szelvényeken mintegy 100 ms-os zónában — homogén agyagos üledékeket indikálva — markáns „reflexiókiürülés” látható. Az mfs felszín jól azonosítható a behordási irányt legjobban közelítő szelvényeken, itt az üledékhiányból adódó TST látszólagos reflexió elvégződése (apparent truncation), valamint a korai highstand legelső progradáló reflexiói is kimutathatók.

A HST szisztémában a Vésztői árok K-i oldalán kezdetben az üledékbeszállítás mértéke lényegesen meghaladta a medencesüllyedési rátát. Gyakorlatilag csak oblique reflexió sorozat mutatható ki, az első sigmoid reflexiók a területtől délre jelennek meg. A Ny-i oldalon a medencesüllyedés és az üledékbehordás között nagyon hamar kialakult a dinamikus egyensúly, a progradáció folyamatos volt. A két terület rész közötti eltérést azzal magyaráztuk, hogy a közel É—D-i irányú, a miocén half grabenhez kapcsolódó fővető a pannonban is kifejtette hatását, az árok további süllyedését okozva ezáltal.

2.1.4. IV. szekvencia

A IV. szekvencia kijelölése a területen némi bizonytalanságot tükröz, mivel a medenceperem a területtől kicsit délebbre várható. A ciklus üledékanyagát reprezentáló reflexiók már nagyon magas helyzetben vannak, s az értelmezést ez tovább nehezítette. Részleteiben ezért ezzel a szekvenciával nem foglalkozunk.

2.2. Ösföldrajzi rekonstrukció

A szekvenciák és a paraszekvenciák térképezése által igyekeztünk meghatározni egy-egy adott időpillanatban az egységek elterjedését, s a fáciesek térbeli kiterjesztése által az egykori paleokörnyezetet. A munka legelső fázisában már nyilvánvalóvá

vált, hogy a Derecskei oldalelmozdulási övezetben, az országhatártól Földes térségéig, csapásirányban a pannon szintek korrelálása rendkívül bizonytalan. Ezért mind a déli, mind az északi oldalon a szeizmikus bélyegek alapján azonosított és a karotázsvizsgálatok által pontosított szekvencia és paraszekvencia határokat egymástól függetlenül határoztuk meg. A későbbiekben azonban kiderült, hogy Biharnagybajom, Földes, ill. a Vésztői árok északi területén a pannon szintek korrelálása már lehetséges. A zavarzóna ugyan még azonosítható, de a pannon összletben ez a szeizmikus szelvényeken kimutatható mértékű horizontális elmozdulással már nem párosul. Ezáltal azon paraszekvenciák esetében, melyek követése ebben a térségben még lehetséges volt, az egymással való egybetartozásuk egyértelműen bizonyíthatóvá vált.

2.2.1. A Derecskei oldalelmozdulási zóna vizsgálata szeizmikus sztratigráfiai módszerekkel

Térképezve a paraszekvenciák kezdetéhez tartozó, az egykori paleotengerpartot reprezentáló delta front fácies elterjedési határát, számos következtetés levonására nyílt lehetőségünk (6., 8., 9. ábrák).

1. A különböző paraszekvenciák paleotengerpartjainak elterjedési nyomvonala külön a déli és külön az északi területrészekén közel párhuzamos lefutású. A két területrészen az általános irányokat egymáshoz hasonlítva azonban már lényeges eltérés mutatkozik. Míg délen a látszólagos behordási irány egyértelműen ÉK-i, addig északon mintegy 15–25°-os elfordulással ÉÉK-i irány adódik. Mivel semmilyen bizonyíték nem indokolja két behordási irány feltételezését, az eltérés okát egyértelműen az oldalelmozdulás eredményeként magyarázzuk.

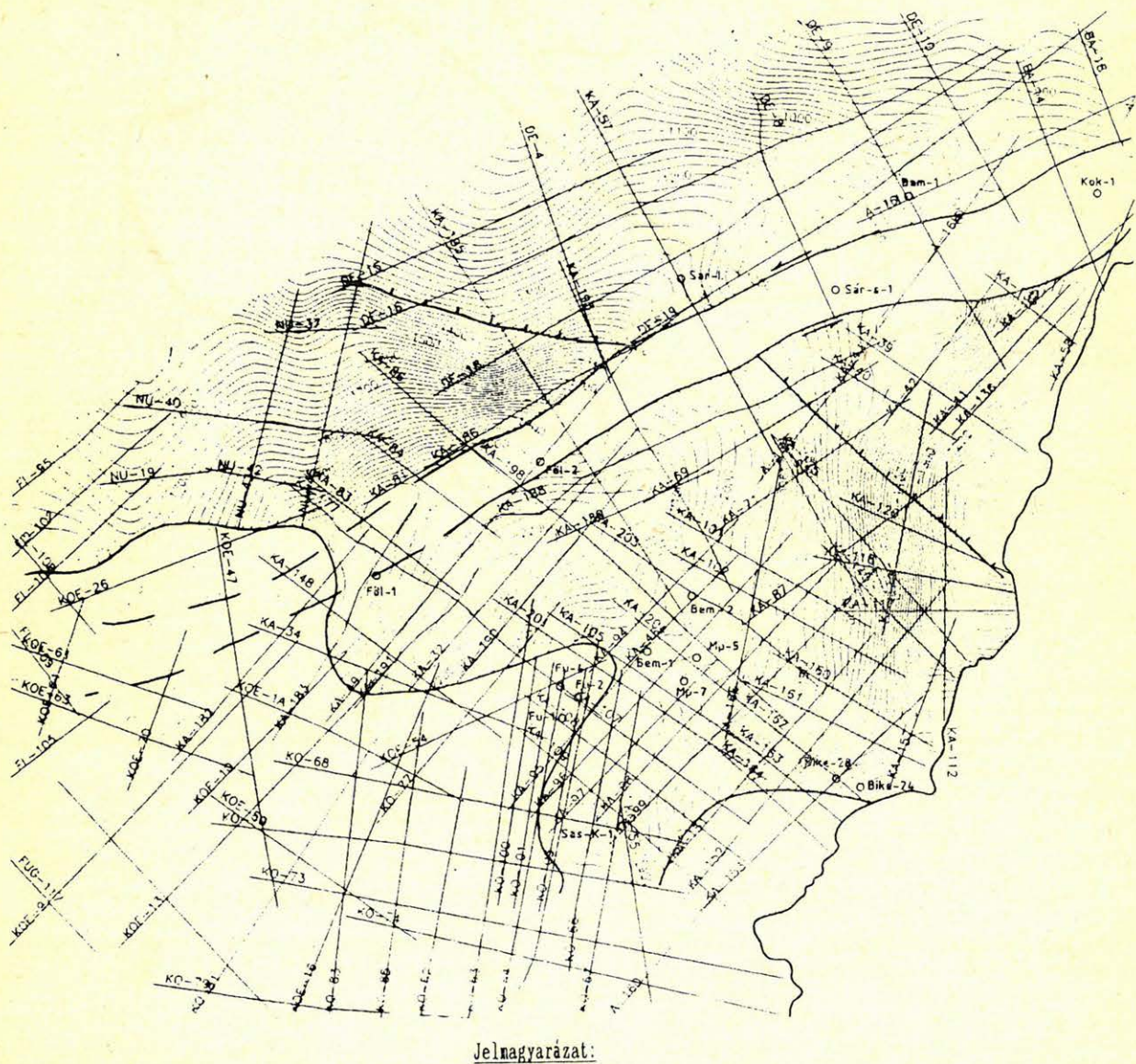
2. A paleotengerpartok elterjedési nyomvonalait vizsgálva megállapítható, hogy a pannon összletben II/7 paraszekvencia lerakódásáig jelentős horizontális elmozdulással kell számolni. Ennek mértéke az I/6 paraszekvencia esetében 5,5 km, a II. szekvenciánál 5 km, a II/4 paraszekvenciánál pedig 4 km. Horizontális elmozdulás a II/7 paraszekvenciától kezdve nem mutatható ki.

A fenti bizonyítékok alapján értelmezésünk szerint a II/7 paraszekvencia megjelenéséig folyamatos, a szeizmikus szelvényeken kimutatható horizontális elmozdulás történt. A mozgás nem volt egyenletes, finális szakaszában felerősödést mutat. A pannon kezdetétől a II/7 paraszekvencia megjelenéséig eltelt időtartamot 4 millió évre becsülve, átlagosan 1,5 mm/év elmozdulási sebesség adódott.

Az északi és a déli paleotengerpartok eltérő irányát egyrészt a déli blokk rotációjából, másrészt az északi oldalon feltételezhető további szoft szedimentációs kisebb balos sorozatvetők együttes hatásával magyarázzuk. A déli blokk ÉK-i irányú relatív mozgása gyorsabb volt, mint az északi blokk DNY-i előrehaladása. A mozgási sebességek különbségéből adódóan a déli blokk kismértékű déli irányú rotációja már jelentős

kompressziót okozhat a forgáspont környezetében (Földes-K), illetve extenziót a táguló területrészekben. A szeizmikus sztratifráiai vizsgálatokból adódó 15–25°-os elfordulás azonban nehezen lehetne magyarázható kizárólag a blokk rotációval. Egy ilyen nagyságrendű mozgás jelentős térrövidülést okozna a területtől délre, és ennek a pannon sorozaton belül

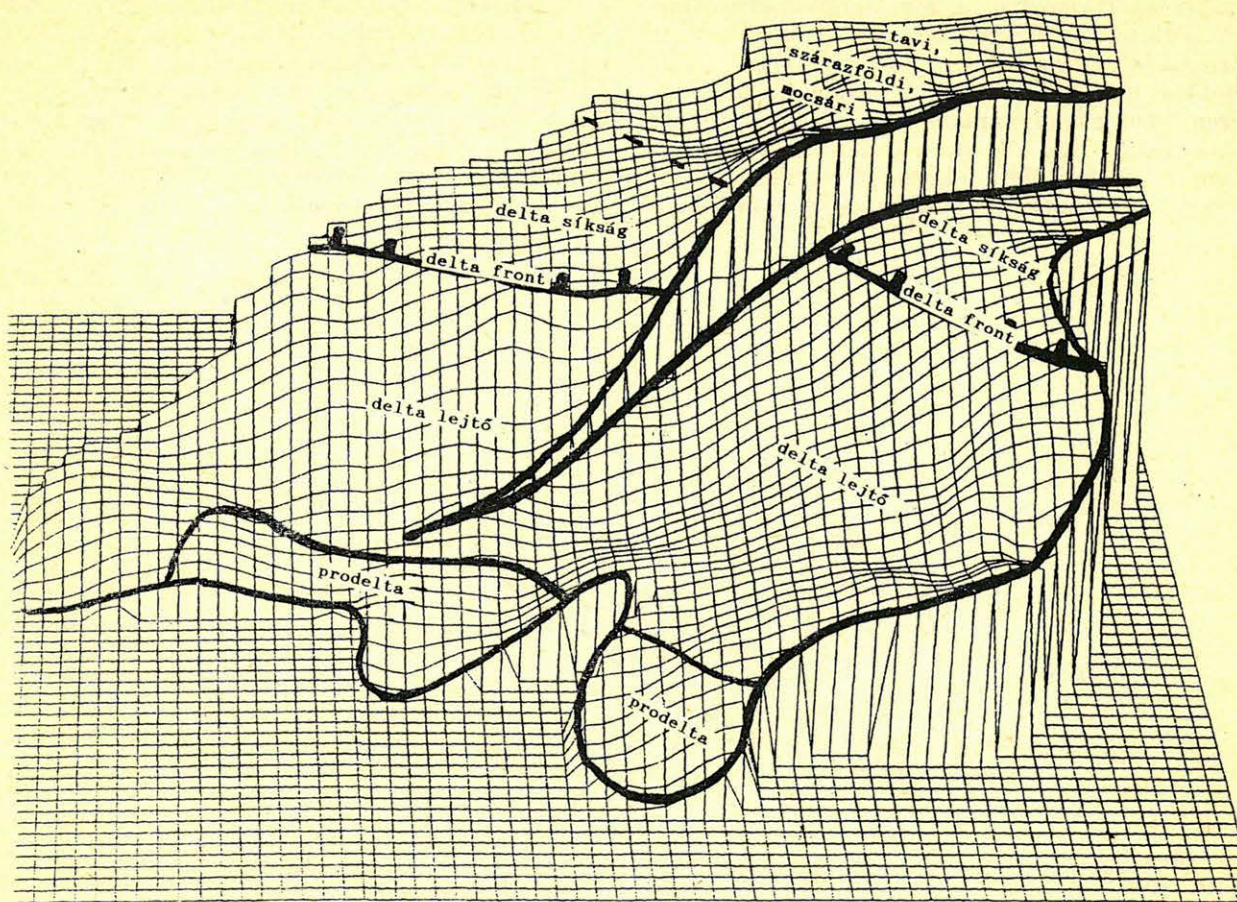
egyértelműen jelentkeznie kellene. Erre utaló bizonyítékok azonban jelen pillanatban nem ismeretesek. Ha a fliszóna aktivitásával kapcsolatba hozható sorozatos balos elmozdulásokat tételezünk fel (Horváth F. szóbeli közlése 1991), akkor a konszolidálatlan, még nem merev üledékek az erőhatásokra nem nyílt törésekkel, hanem folyamatos elfordulással reagálnak.



8. ábra. A II. szekvencia alsó határának időszintvonalas térképe

Fig. 8. Time contour map on the base of sequence II.

Рис. 8. Карта изохрон нижней границы II секвенции



Geo-91/4-9

9. ábra. A II. szekvencia feltöltődésének axonometrikus képe. A Derecskei oldaleltolódás horizontális és vertikális elmozdulása, valamint az egykori leülepedési térszín jól vizsgálható a paleorekonstrukciós képen

Fig. 9. The 3D image of sequence II. after the paleoreconstruction. The strike-slip displacement and the original sedimentary surface is characteristic

Рис. 9. Аксонометрическая картина заполнения II секвенции. Горизонтальное и вертикальное смещения бокового сдвига Деречке и бывший рельеф отложения хорошо изучаются на палеореконструкции

2.2.2. Az ősföldrajzi környezetek modellezése

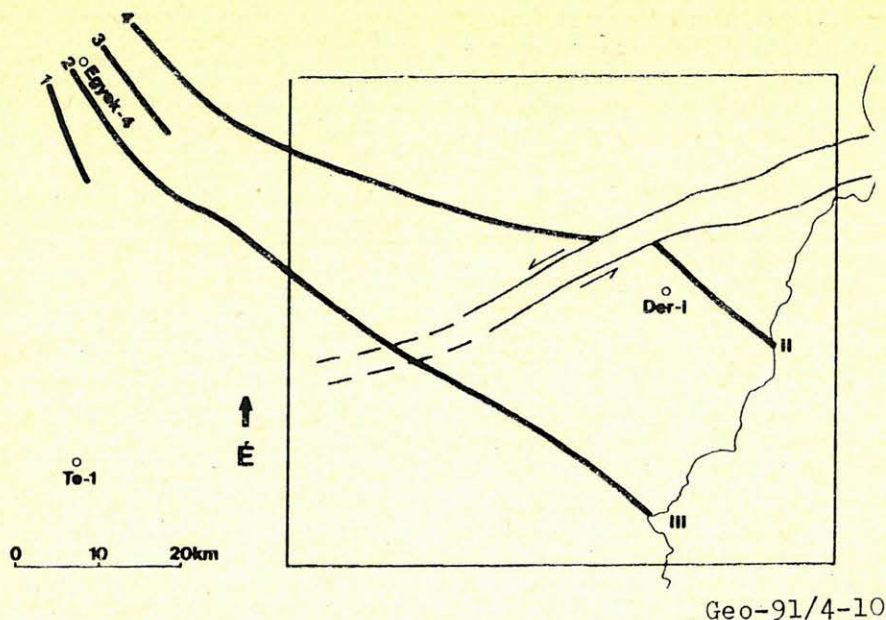
A térképezett szekvencia és paraszekvencia felületek alapján még nem rekonstruálhatóak egyértelműen az egykori leülepedési viszonyok, mivel ezek a felületek többé-kevésbé magukon viselik az utólagos tektonikai hatásokat, illetve valamilyen mértékben követik a pannon fekvő morfológiáját. Ezen hatások kiszűrése érdekében kerestünk egy olyan felületet, melyhez viszonyíthattuk egy-egy delta lebeny képét. Erre legalkalmasabbnak a delta front fácies bizonyult, mely a lerakódás pillanatában bizonyosan vízszintes volt. Az egyes szekvenciák és paraszekvenciák térképeit kivonva a delta front térképekből, olyan térképekhez jutottunk, melyek élethűen, az utólagos hatásoktól némileg megszabadítva, kizárólag az egyes felületekre jellemző relatív térszíneket reprezentálják (Várnai és Vakarcs, 1990). Ezek háromdimenziós axonometrikus képe életszerűvé varázsolja az egykori paleoviszonyokat, az oldalelmozduláshoz kapcsolódó horizontális és vertikális elmozdulásokat (9. ábra).

3. Összefoglalás

Szeizmikus sztratigráfiai vizsgálataink eredményeképpen a következő megállapításokra jutottunk:

1. A Közép-Tiszántúl pannon üledékanyagát egy ÉK—DNY-i behordású irányú deltarendszer szolgáltatta. A feltöltődés során az áramlások és az üledékszállítás legaktívabb zónái a legmélyebb szerkezeti helyzetű részekben, az árkok tengelyzónájában voltak. A peremi, magasabb helyzetű területrészek Kismarja és Biharkeresztes kivételével vízzel borítottak voltak ugyan, azonban itt kondenzált üledékképződés folyt.

2. A terület pannon rétegsorában 4 leülepedési szekvenciát különítettünk el. Kutatási eredményeinket nyugati irányban kiterjesztve megállapítottuk, hogy a tengerszint-változásokhoz köthető szekvencia határok keskeny sávba (30 km) esnek (10. ábra). A Pannon medence peremvidékén azonosított diszkordancia felületek abszolút koradatait (Pogácsás, 1991) és a globális tengerszint-változási görbét (Haq et al., 1987) összevetve az



10. ábra. ÉK-Magyarország területén kimutatott eusztatikus vízszintváltozások. A vonalak az üledékes tengerpart elterjedését reprezentálják a szekvencia kezdetén. A Jászság területén W. O. Abbott. (1987) által kimutatott szekvenciák (1, 2, 3, 4) és az általunk meghatározott II. és III. szekvenciák között egyértelmű korrelációt találtunk

Fig. 10. Eustatic sea-level changes of NE Hungary. The lines represent the depositional shoreline breaks of the different sequences. There is a good correlation between the sequences identified by W. O. Abbott 1987; (1, 2, 3, 4), and the sequences we have identified

Рис. 10. Эвстатические изменения уровня моря в территории Северовосточной Венгрии. Линии представляют распространение осадочного берега моря в начале секвенции. Между секвенциями (1, 2, 3, 4) обнаруженными W. O. Abbott в территории Ясшага и секвенциями II и III определенными нами найдена однозначная связь

általunk meghatározott szekvenciákkal, az I. szekvenciát a 10,5, a II. szekvenciát a 8,2, a III. szekvenciát a 6,3, a IV. szekvenciát pedig az 5,5 millió évre datált regionális szekvencia határoknak feleltettük meg.

3. A pannon üledékképződés a Derecskei mélyzónában kezdődött (I. szekvencia). A II. szekvenciában az üledékgyűjtő fokozatos kibővülésével a Derecskei árok mellett a Mezőpeterdi árokban is kialakult egy üledékfelhalmozódási rendszer. A kimutatott medencefeneki és lejtő törmelékkúpok elterjedése a legnagyobb üledékbeszállítási zónákhoz, a paleomorfológiai árkokhoz kapcsolódik.

4. A III. szekvencia kezdetén az üledékképződési környezetben gyökeres változás történt. A nagyon mély árkok részben feltöltődtek, s ennek eredményeként a továbbiakban az I. és II. szekvenciákra jellemző 800–1000 m-es maximális vízmélység 3–400 m-re csökkent. Ez a módosulás a szeizmikus kép gyökeres megváltozásában tükröződik. A nagy vertikális és letarális kiterjedésű delta lebenyeket sokkal laposabb, kis dőlésszögű és laterálisan kisebb méretű delta lebenyek váltják fel.

5. A III/HST-ben a terület K-i és NY-i oldalán a tektonikai süllyedés és az üledékbeszállítás mértéke között jelentős eltérés volt. A NY-i oldalon az LST-t követően hamar kialakult a dinamikus egyensúly. A K-i oldalon viszont az üledékbeszállítás sebessége jóval meghaladta a medencesüllyedési rátát. A két területrész közötti eltérést azzal

magyarázzuk, hogy a közel É–D-i irányú half grabenhez kapcsolódó fővető a pannonban is kifejtette hatását, az árok további süllyedését okozva ezáltal.

6. A pannon sztratigráfiai vizsgálatok alapján kimutattuk, hogy a II/7 paraszekvencia megjelenéséig folyamatos oldalelmozdulás történt. A bizonyított legnagyobb horizontális elmozdulás 5,5 km, a vertikális lezökkenés mértéke pedig 200–600 m. A mozgás nem volt egyenletes, a finális szakaszában felerősödést mutat. A pannon kezdetétől a II/7 paraszekvencia megjelenéséig eltelt időtartamot 4 millió évre becsülve, átlagosan 1,5 mm/év elmozdulási sebesség adódott.

7. Az északi és a déli paleotengerpartok eltérő irányát egyrészt a déli blokk rotációjából, másrészt az északi oldalon feltételezhető további kisebb „szoft szedimentációs” balos vetősorozat együttes hatásával magyarázzuk. A déli blokk ÉK-i irányú mozgása gyorsabb volt, mint az északi blokk DNY-i előrehaladása.

8. Az általunk vizsgált terület pannon rétegsorában a legfontosabb rejtett csapdatípusok a következők: az I/HST, a II/LST és a II/HST kiékelődő turbidit homokkövei; a prepannon aljzat feletti települt boltozatok; medencefeneki törmelékkúp; az oldalelmozdulási zónához tartozó virágszerkezet; vetőnek támaszkodó antiklinálisok; delta lejtő törmelékkúpok; bevágódott csatornák.

A szerzők ezúton is szeretnének köszönetet mondani a Geofizikai Kutató Vállalat vezetőinek a tanulmány elkészítéséhez nyújtott támogatásért, valamint a geológus és geofizikus kollégáknak a tárgyalt témában folytatott értékes konzultációkért.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abbott W., O., 1989: Jászság N—E- Area Exploration Potential Kutatási jelentés, GKV Adattár, 35 p.
- Ferenczy L., Kiss B. 1989.: Szénhidrogén-tárolók mélyfúrási geofizikai értelmezése I. Tankönyvkiadó, Budapest, 116 p.
- Haq B. U., Hardenbol J. Vail P. R. 1987.: Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic. Science, 235. p. 1156—1167.
- Mitchum R. M. Jr., Vail, P. R. 1977.: Stratigraphic Interpretation of Seismic Reflection Patterns in Depositional Sequences. AAPG Memoir, 26. p. 117—135.
- Pogácsás Gy. 1991.: A Pannon medence szeizmikus rétegtani, fácies és tektonikai viszonyai a szénhidrogén kutató geofizikai mérések tükrében. Kandidátusi értekezés, MTA Könyvtár, 147 p.
- Rumpler J., Nagy Z.-né., Dávid Gy., Újfalussy A., Varga E., Somfai A., Bereznai M., Lakatos L., Simon E., Várkonyi L. 1990.: Geofizikai és geológiai adatbázis szeizmikus kiértékelési feladatokra. Kézirat GKV Adattár, 65 p.
- Somfai A., Ferenczy L., Szalay Á., Várnai P. 1990.: Üledékföldtani környezetek elkülönítése a Pannon medence neogén összletében geofizikai lyukszelvények alkalmazásával. Kutatási jelentés. Miskolci Egyetem Földtan-Teleptan Tanszék Könyvtára. 82 p.
- Szalay Á., Szentgyörgyi K. 1979.: Adatok a szénhidrogénkutató fúrások által feltárt medencebeli pannon képződmények litológiai tagolásának ismeretéhez trendelemzés alapján. Geonómia és Bányászat, 12. 4. p. 401—425.
- Vail, P. R., Mitchum, R. M., Todd, R. G., Widmier, J. M., Thompson, S., Sangree, J. B., Bubb, J. N., Hatleid, W. G. 1977.: Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, in Payton C. E. ed. Seismic Stratigraphy — application to hydrocarbon exploration. AAPG Memoir 26, p. 49—205.
- Vail, P. R. 1987.: Seismic stratigraphic interpretation procedure. in Bally A. W. ed Atlas of seismic stratigraphy. AAPG Studies in Geology, 27. p. 1—10.
- Van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., Posamentier, H. W., Vail, P. R. 1987.: Key definitions of sequence stratigraphy. in Bally A. W., ed: Atlas of seismic stratigraphy. AAPG
- Várnai P., Vakarcz G. 1990.: Karotázs transzformáló és térképező programcsomagok felhasználása a geológiai értelmezésben. Magyar Geofizika, Budapest, XXXI. évf. 3—4. p. 68—82.

Szintetikus szelvények vizsgálata

BALLA GYÖRGY*

A cikk foglalkozik a különböző módon előállítható szintetikus szelvények számításának folyamatával. Bemutatja a szintetikus szelvényeket, összehasonlítva a mért karotázs szelvényekkel.

Ismereti a hiányos szelvényválasztékkal szelvényezett fúrásokban a porozitás számításának néhány lehetséges módját.

The purpose of this paper is to show the process of synthetic logs calculation from different sources. The synthetic logs are presented and compared with measured well logs.

Somme possible porosity calculations are presented in the case of insufficient well logs choice.

Статья занимается процессом вычисления синтетических кривых, создаваемых различными методами. Показывает синтетические кривые, сравнивая с измеренными каротажными кривыми.

Автор статьи изложит некоторые возможные методы расчета пористости в тех случаях, когда не хватает выбора каротажных кривых.

I. Bevezetés

Számos tapasztalat igazolja, hogy a jövő útja a CH-tárolók jobb megismerése érdekében: az **integrált értelmezés**. (I. ábra).

Az integrált értelmezés a szakterületekről rendelkezésre álló információk összességét feldolgozó, egyre magasabb szintű felhasználást jelent. Az értelmezői munkát végző vállalatoknál együttesen dolgoznak a különböző részterületek szakemberei. Az egész munkát a petrolfizikus fogja össze és irányítja.

A földtani kutatás területén dolgozó szakembereknek szoros kapcsolatban kell tehát állniuk egymással, de különösen igaz ez a szeizmikára és a karotázásra. Ennek a kapcsolatnak egyik lehetséges módja, ha a szeizmikus értelmezésekkor felhasználják a régebbi fúrások karotázs szelvényeit illetve azok kvantitatív interpretációját.

Ez az együttműködés azonban számos előnye mellett problémákat is felvet, mert:

1. A régi fúrásokban többnyire:

- *nincsenek (vagy csak rövid szakaszon vannak) akusztikus és sűrűség szelvények,*
- *hiányzik a fúrás teljes hosszára elvégzett kvantitatív karotázs interpretáció,*
- *néhány fúrásban műszaki okok miatt hiányos a szelvényválaszték.*

2. A porozitáskövető szelvényeken — még az újabb fúrásokban is — különösen a felső, lazább rétegekben — gyakoriak a kavernásodás okozta mérési hibák.

Szükség van tehát olyan elméleti, vagy tapasztalati összefüggésekre, melyek segítségével számíthatunk olyan szelvényeket melyek alkalmazhatók:

- *a hiányos szelvényválaszték „pótlására”, és*
- *a mérési hibával terhelt szelvények szűrésére.*

II. Szintetikus szelvények

A bevezetőben vázolt probléma kezelésére, a szintetikus szelvények számítására alapvetően két út látszik alkalmasnak:

- *az egyik: a teoretikus szelvények számítása, melyek a közetmodell ismeretéből kiindulva szonda válaszegyenletek segítségével állíthatók elő,*
- *a másik: regressziós eljárással számított szintetikus szelvények, melyek közvetlenül a karotázs szelvényekből (vagy azok normált alakjaiból) és/vagy a közetmodellből számíthatók.*

Mielőtt rátérnénk ezen eljárások részletesebb taglalására, mindenképpen foglalkozni kell a közetmodell számítása során felmerülő problémákkal.

II.1. Egységes értelmezést nyújtó értelmező rendszer megteremtése különböző szelvényválasztékkal szelvényezett mezők esetén

A telepek művelése során újra és újra fel kell dolgozni a fúrásokban végzett méréseket, mégpedig a termelési tapasztalatokat is figyelembe véve. E feldolgozás során igényként merül fel, hogy az eredmények mind a szelvényválasztéktól, mint a szelvények minőségétől függetlenül egységesek legyenek, s hogy a meghatározott paramétereknek ne csak a száma, hanem lehetőleg megbízhatósága is hasonló legyen. Ezen feltételek ki-elégítésére a következő lehetőségeink vannak:

1. *A korszerűbb szelvényválaszték segítségével regressziós módszerrel szintetikus szelvények készítése, azaz a szelvény választék „bővítése”.*
2. *Az ún. szabályozó egyenletek alkalmazása a tároló paraméterek meghatározásában.*
3. *Többváltozós regressziós összefüggések készítése a laboratóriumban feldolgozott fúrómagok és a mélyfúrási geofizikai szelvények között.*

II.2. Texturális tulajdonságokkal kapcsolatos tárolóparaméterek

A közeteknek két alapvető tulajdonságuk van: — *az ásványi összetétel, és*

* Geofizikai Kutató Vállalat Mélyfúrási Kutatási Igazgatóság, Szolnok.

— a textúra.

Minden más paraméter: a sűrűség, a porozitás, a permeabilitás, a maradék víztelítettség csak e két alapvető jellemzőből leszármaztatott másod- vagy harmadrendű tulajdonságok.

A textúra magában foglalja a kőzetek alkotóinak (ásványi szemcsék, kristályok, cementanyag, a pórusok, pórustartalom) geometriai megjelenési formáit, méretét elrendeződését, osztályozottságát, és érintkezési felületük alakját. Ebből látható, hogy a kőzetek alapvető petrofizikai tulajdonságai döntően a textúrától függenek. Ezek a texturális tulajdonságok azonban közvetlenül nem számszerűsíthetők, kvalitatívok. Számszerűsíteni csak ezen tulajdonságokból eredő jellemzőket tudjuk.

A texturális tulajdonságoktól függő tároló paraméterek:

- a tortuozitás
- a fajlagos felület
- a permeabilitás
- a redukálhatatlan víztelítettség
- a porozítások (totális-, effektív-, elsődleges-, másodlagos)

II.3. Szabályozó egyenletek közvetlen felhasználása az interpretációban

Ezen egyenletek többnyire a kőzetek texturális tulajdonságaival hozhatók kapcsolatba. A kőzet-

textúra egy ülepedési cikluson belül elsősorban az ülepedés zavartalanságától, vagy „zavartságától” függ. Felmerült az a kérdés, hogy ezek a szabályozó egyenletek zavartalan ülepedési ciklust figyelembe véve nem lehetnek-e alkalmasak önállóan is tároló paraméterek meghatározására?

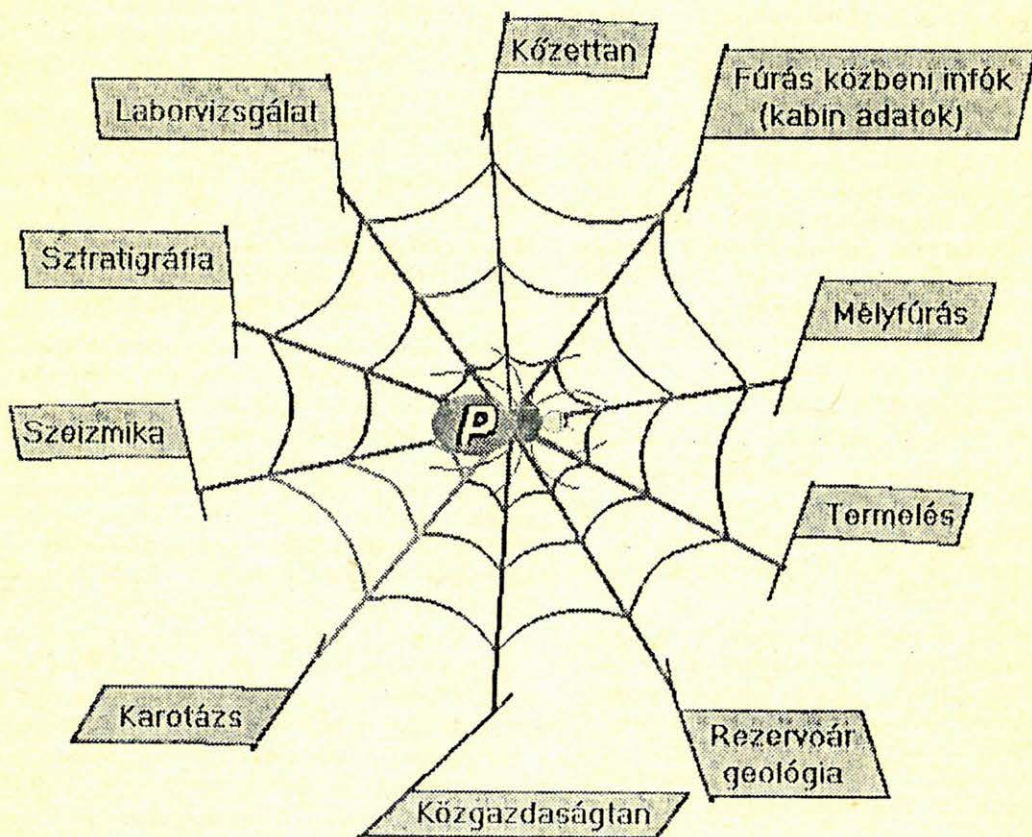
A továbbiakban egy ilyen korlátozó egyenletről beszélnek bővebben

$$FI = FIMX \cdot (1.0 - BFICY \cdot VSH)$$

ahol:

- FIMX a tiszta kőzetek porozitás szelvénye
- VSH a shale agyagtartalom
- BFICY a kompakciótól függő „állandó”

A tapasztalat azt mutatja, hogy az üledékes kőzetek elsődleges porozitása a földtani kortól, a mélységtől, és a szennyezettségtől függ. A tiszta kőzetek porozitás szelvényét (FIMXL) tehát egy adott földtani korra a normál tömörödési trend figyelembevételével elő lehet állítani pusztán a mélység függvényeként. Az eltérő ülepedés ezt a trendet megzavarhatja, így a mélység-porozitás trend medencénként más és más lehet. Szintén zavaró lehet a gátolt kompakciójú tömörödés,



Geo-91/5-1

1. ábra. Integrált értelmezés

Fig. 1. Integrated interpretation

Рис. 1. Комплексная интерпретация

mely a túlnyomásos zónákban jelentkezik, s ahol a porozitás nagyobb, mint a normál tömörödési trend szerint lenne.

Eddigi vizsgálatok szerint a normál tömörödési trend három szakaszra osztható. A pliocén korú kőzetekben a porozitás-mélység trend meredeksége jóval kisebb mint a felsőpannon korú kőzetekben, a felsőpannonban pedig kisebb mint az alsóban. A normál trend(ek) meghatározására első közelítésben megfelelő a lineáris összefüggések alkalmazása.

$$FIMXLpl = 0.425 - MER1 * ME$$

$$FIMXLfp = FIMXLpl(ME1) - MER2 * (ME - ME1)$$

$$FIMXLap = FIMXLfp(ME2) - MER3 * (ME - ME2)$$

ahol:

ME	= a mélység
FIMXLpl	= maximális porozitás a pliocén és annál fiatalabb kőzetekben
FIMXLfp	= maximális porozitás a felsőpannon korú kőzetekben
FIMXLap	= maximális porozitás az alsópannon korú kőzetekben
FIMXLpl(ME1)	= maximális porozitás a pliocén-felsőpannon határon
FIMXLfp(ME2)	= maximális porozitás az alsópannon-felsőpannon határon
ME1, ME2	= a korhatárok mélységei
MER1, MER2, MER3	= az adott földtani korban a normál tömörödés meredeksége

A szabályozó egyenletben szereplő BFICP a következő módon számítható:

$$BFICP = 1/BCPL$$

$$BCPL = \left[\frac{BMMNL}{2} \right]^{1/2}$$

$$BMMNL = 1.0 - Lg(FIMXL)$$

A shale agyagtartalom meghatározására mind a hiányos, mind a korszerűbb szelvényválaszték esetén alkalmasak az SP és a TG szelvények. Ritkán, kizárólag szénhidrogén tartalmú rétegekre az érintetlen zóna elektromos fajlagos ellenállás szelvénye (RT) is jó agyagindikátornak bizonyult.

II.4. Magadatok alkalmazása az interpretációban

Az egységes értelmezési eljárás egyik lehetséges útja, a rendelkezésre álló magvizsgálatok alapján, a magadatokból és a karotázs szelvényekből regressziós analízis készítése (2. ábra). Ennek során a magokon mért porozitás értékeket kapcsolatba hoztuk a mélyfúrási geofizikai szelvényekkel, illetve az azokból számított paraméterekkel. Így olyan összefüggéseket kaptunk, melyek

alapján szűkebb szelvényválaszték (SP, TG, ROL, NG) esetén is az összes szelvényt felhasználva számítható a porozitás.

Előnye ennek az eljárásnak, hogy az egyes kőzetfizikai paraméterek számításakor az összes rendelkezésre álló szelvényt figyelembe veszi, így az egyes szelvények mérési hibájából eredő pontatlanság súlya csökken.

II.5. Az interpretációs modell alkalmazásából levonható tapasztalatok

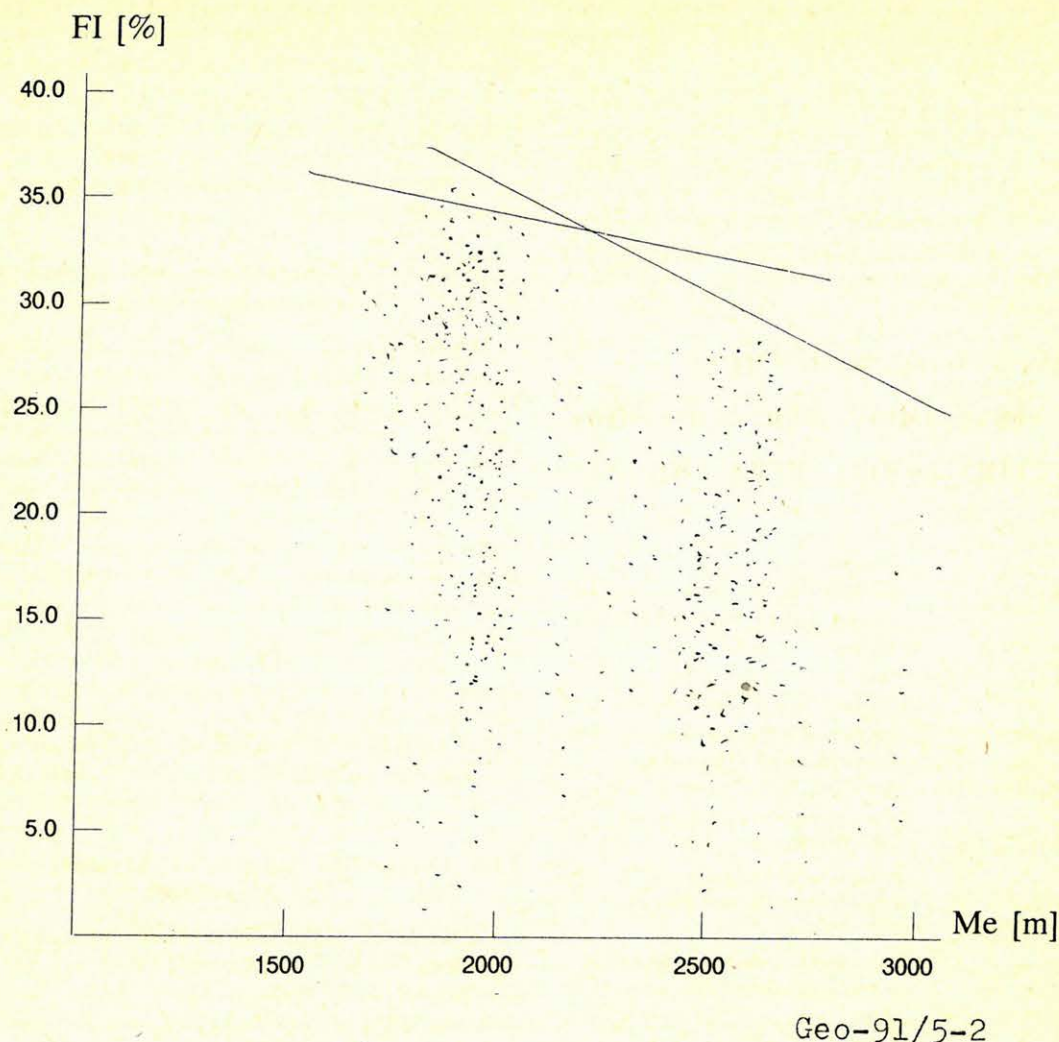
Megállapítható, hogy az eddig feldolgozott közel száz fúrás pannoni rétegsorának kvantitatív interpretációja során nyert tapasztalat azt mutatja, hogy az eredmények megbízhatóak, s nem függenek jelentősen a szelvényválasztéktól. Így ez a módszer fontos kiegészítője lehet a korszerű szelvényválasztékre alapozott determinisztikus vagy statisztikus feldolgozási eljárásoknak, különös tekintettel régi fúrások esetében, vagy ha a szelvényezés a tervezett szelvényválasztékkal technikai okokból nem hajtható végre. Megállapítható az is, hogy ezen interpretációs módszerhez szükséges input szelvények jóval kevésbé érzékenyek lyukhatásokra, mint akár a sűrűség, akár az akusztikus szelvényezési eljárások. Ezáltal ez a módszer ellenőrzésre is jól felhasználható, mely különösen fontos a felszínhez közeli laza rétegek esetén.

II.6. Regressziós analízissel készített szintetikus szelvények

A korszerű számítógépes feldolgozási programok (CLASS, SAND, CRA, OPTIMA, ELAN stb.) az SP TG DL RT szelvényeken kívül minimálisan két porozításkövető szelvény megléte esetén alkalmazhatóak. Ezért a hiányos szelvényválasztékkal szelvényezett fúrások ezen eljárásokkal közvetlenül nem értelmezhetőek. Azonban ha a területen létezik néhány (legalább egy) fúrás, melyet etalonként tekinthetünk, akkor lehetőség van a szelvények között regressziós kapcsolat keresésére, s ezen kapcsolat ismeretében a csak szűk szelvényválasztékkal szelvényezett fúrásokban „mintegy kibővíteni a szelvényválasztékot”. Lehetőség van regressziós kapcsolat keresésére a szelvények és a kőzetmodell között is.

Az etalon fúrásban a következő feltételeknek kell teljesülniük:

- a fúrás rétegsora jól korrelálható legyen,
- a rétegsor jellemezze a területet,
- legyen meg benne a mai — hazai szelvényezési lehetőségek nyújtotta — teljes szelvényválaszték,
- mérjék meg benne azokat a szelvényeket is, amelyek a terület többi, régebben mért, nem komplett szelvényezetttségű fúrásában találhatók,
- a szelvények legyenek jó minőségűek, alkalmasak a kvantitatív karotázs interpretációra,
- a terület litológiája (pl. homokkő, aleurit, agyag, márga, mészmárga), legyen megtalálható az etalon fúrásban,
- tartalmazzon különböző szénhidrogéntelítettségű, szennyezettségű, porozitású, és permeabilitású zónákat.



2. ábra. Magporozitások a mélység függvényében az Algyő mezőben

Fig. 2. Core porosity versus depth in ALGYŐ field

Рис. 2. Пористости кернов месторождения Альдэ в зависимости от глубины

Ezen feltételek teljesülése esetén, az etalon fúrásra készített kvantitatív karotázs interpretációval meghatározott mátrix- és agyag-jellemzők ismeretében számszerűsíthető a karotázs szelvények közötti kapcsolat.

Alapvetően két típusú eljárást készítettünk el, a számítás folyamatát a 4. és a 5. ábrán láthatjuk.

A mért porozitáskövető szelvényeket (CN, DEN, AC), illetve a teoretikus porozitáskövető szelvényeket (ATTHRH, DETH, FINTH) nem kötelező használni a számításakor, az értelmező mérnök döntésétől (lehetőségétől) függ, hogy ezeket a szelvényeket alkalmazza-e a számítás menetében.

Az első lépcsőben számított porozitáskövető szelvények közül (ACST1, DENST1, CNST1)

a második lépcsőben mindig csak kettőt használunk, pl. ACST számításához DENST1-et és CNST1-et, DENST számításához ACST1-et és CNST1-et stb.

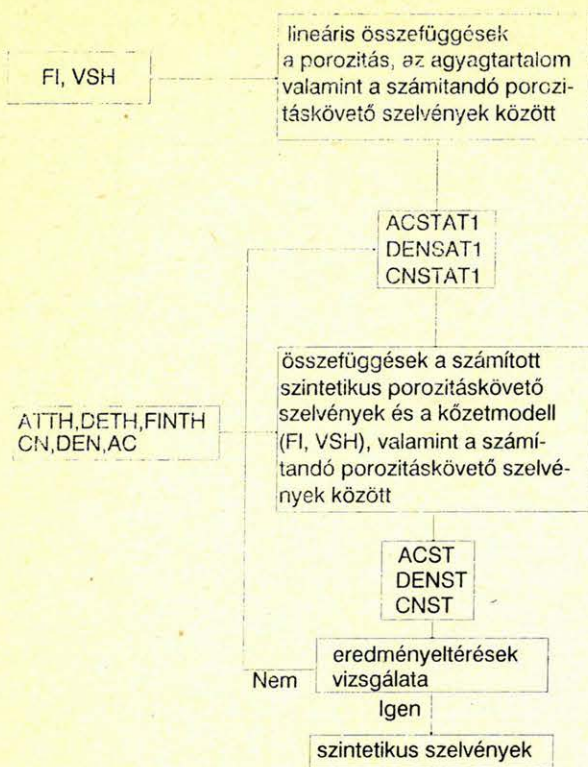
Gyakorlati példák sorozata mutatja, hogy a mélyfúrési geofizika adatai a legtöbb esetben a Gauss-tól eltérő elosztást mutatnak. Ezen felül gyakran előfordulnak olyan adatok is amelyek az adatok zömétől „távol esnek”. Ezek az ún. kieső pontok a hagyományos statisztikával kapott eredményeket jelentősen torzíthatják.

Ezért a regressziós összefüggések számításakor olyan robusztus és rezidens algoritmust kívántunk alkalmazni, amely az adatok széles tartományát nagy hatásfokkal kezelni tudja, és a kieső pontokra érzéketlen. Ezeket a követelményeket kielégíti a

3. ábra. Porozitás számítása az Algyő—804-es fúrásban. FIENE a neutron szelvényből, FILA kőzet labor eredmények alapján készült regressziós összefüggéssel, FIEME a normál tömörödési trend alapján, számított porozitás
Fig. 3. Calculated porosity in Algyő—804 well. FIENE from neutron log, FILA from core analysis by regression [calculation, FIEME based on normal compaction trend]

Рис. 3. Расчет пористости в скважине Альдэ—804, FIENE из нейтронной кривой, FILA на основе лабораторных результатов регрессионной зависимости, FIEME на основе тенденции нормального уплотнения, расчетная пористость

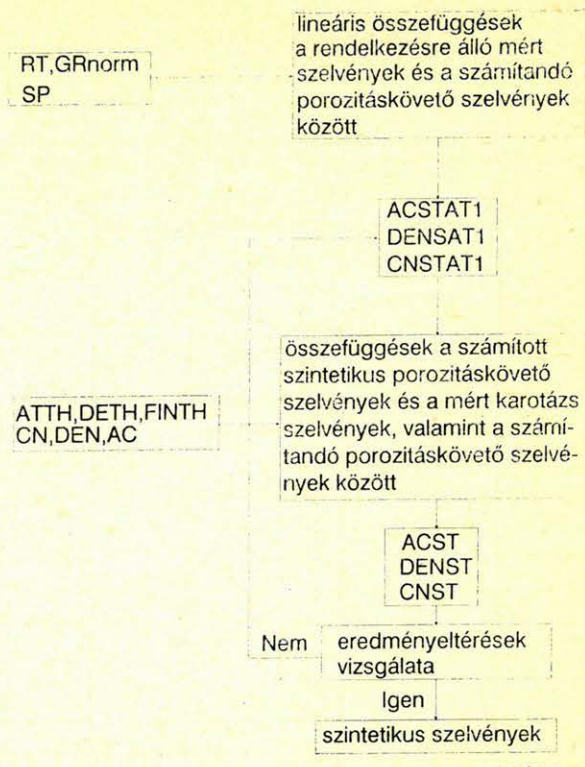
Magyar Geofizika XXXII. évf., 1—2. szám



4. ábra. Porozitáskövető szelvények számításának folyamata regressziós összefüggések alapján, a kőzetmodellből kiindulva

Fig. 4. The process of porosity logs calculation based on regression relations starting from rock model

Рис. 4. Процесс вычисления последовательных кривых пористости исходя из модели породы на основе регрессионных связей



5. ábra. Porozitáskövető szelvények számításának folyamata regressziós összefüggések alapján, közvetlenül a mért karotázs szelvényekből kiindulva

Fig. 5. The process of porosity logs calculation based on regression relations starting from measured well logs

Рис. 5. Процесс вычисления последовательных кривых пористости непосредственно исходя из каротажных кривых на основе регрессионных связей

Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén kidolgozott leggyakoribb érték szerinti algoritmus, ezért ezt az algoritmust alkalmaztuk összefüggéseink számításakor.

II.7. Teoretikus szelvények

A teoretikus akusztikus terjedési idő szelvényeket (ATTH) a kőzetmodell alapján számítottuk, a Wyllie (ATTHW) és a Raymer—Hunt (ATTHRH) egyenletek alkalmazásával. A teoretikus sűrűség (DETH) és a teoretikus neutron porozitás szelvényeket (FINTH) szintén a kőzetmodell alapján számítottuk.

A számítás során felhasznált válaszegyenletek a következők:

A neutronporozitás válaszfüggvénye a szénhidrogén hatás és az exkavációs effektus figyelembevételével

$$\text{FINTH} = \text{FI} - \frac{\text{FI} * (1.0 - \text{SXO}) * \text{FINF} - \text{B}}{\text{FINMF}} - \text{BEX} * (2.0 * \text{FI}^2 * \text{FINF} + 0.4 * \text{FI}) * (1.0 - \text{FINF}) + \text{VSH} * \text{FINSH} + \text{VMA(I)} * \text{FIMA(I)}$$

ahol:

FI = porozitás szelvény
VSH = shale agyag relatív térfogat
VMA(I) = az I-edik mátrixkomponens relatív térfogata
SXO = kisépért zóna víztelítettsége
FINSH = az agyag neutronporozitás indexe
FINMA(I) = az I-edik mátrixkomponens neutron porozitás indexe
BEX = a mátrix hatását figyelembe vevő korrekció
FINF = a fluidum neutron porozitás indexe
 $\text{BEX} = (\text{DEMAX} / 2,65) ** 2$
 $\text{FINF} = (1,0 - \text{SXO}) * \text{B} + \text{SXO} * \text{FINF}$

ahol:

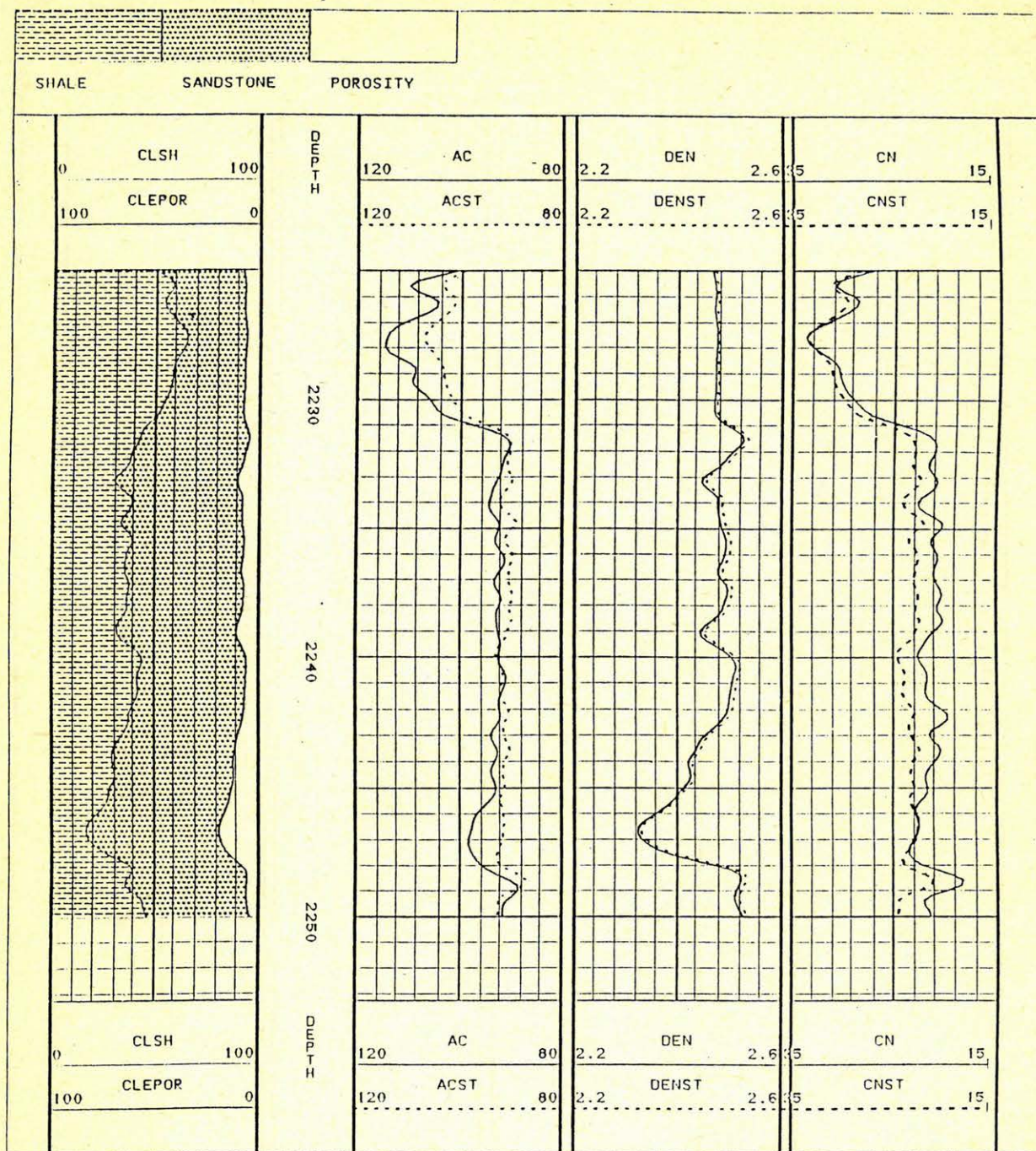
B = $2,2 * \text{DECH}$, ha DECH 0,275
B = $\text{DECH} + 0,3$, ha DECH 0,275

ahol:

B = a szénhidrogén neutron porozitás indexe

DECH = a szénhidrogén sűrűsége

Meg kell jegyeznünk, hogy az agyag neutron porozitás indexét a kompaktciót figyelembe véve szelvényként kezeltük, valamint mivel a kőzetek mátrixa a neogénben döntően kvarcból épül fel,



Geo-91/5-6

6. ábra. Mért és a regressziós összefüggések alapján számított porozitáskövető szelvények az Algyő-993-as fúrásban
 Fig. 6. Measured porosity logs and calculated porosity logs based on regression relations in Algyő-993 well
 Рис. 6. Расчетные последовательные кривые пористости в скважине Альдэ-993 на основе измеренных регрессионных связей

és a minimális szelvényválaszték nem tette lehetővé több mátrixkomponens számítását, ezért a mátrixot egykomponensűnek, kvarcnak tételeztük fel.

A térfogatsűrűség válaszfüggvénye a szénhidrogén hatás figyelembevételével

$$DETH = FI * [DEMF - 1.07 * (1.0 - SX0) *$$

$$*SCHRDE * [AL * DEMF - BE] + VSH *$$

$$* DESH + VMA(I) * DEMA(I)$$

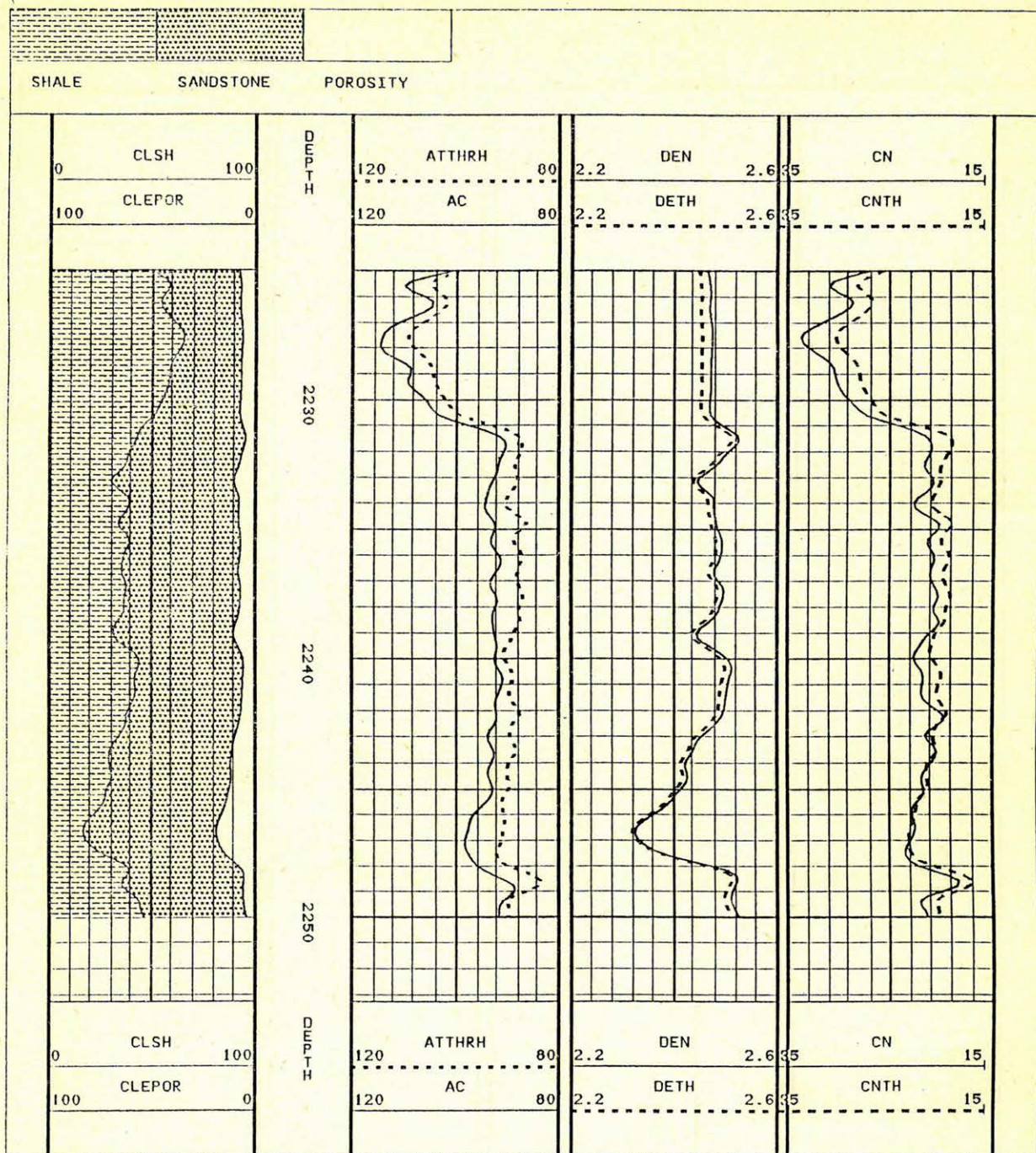
ahol:

DETH = a térfogatsűrűség elméleti értéke

DESH = a shale agyag sűrűsége

DEMA(I) = az I-edik mátrixkomponens sűrűsége

SCHRDE = szénhidrogén korrekciós faktor



Geo-91/5-7

7. ábra. Mért és teoretikus porozitáskövető szelvények az Algyő—993-as fúrásban

Fig. 7. Measured and theoretical porosity logs in Algyő—993 well

Рис. 7. Измеренные и теоретические последовательные кривые пористости в скважине Альдѐ—993

$$AL = 1.11 - 0.15 \cdot PMF$$

$$BE = 1.24 \cdot DECH, \text{ ha } DECH < 0.275$$

$$BE = 1.11 \cdot DECH + 0.3, \text{ ha } DECH > 0.275$$

Az előzőekben ismertetett okok miatt számításainkban kvare mátrixszal dolgoztunk, és az agyagsűrűség szelvény figyelembe vette a kompaksiós hatásokat.

Az akusztikus terjedési idő szelvény elméleti válaszfüggvényei

a) Wyllie-formula

$$ATTHW = (1.0/BCPL) \cdot \{FI \cdot [SX0 \cdot ATMF + (1.0 - SX0) \cdot ATCH] + VSH \cdot ATSH\} + VMA(I) \cdot ATMA(I)$$

ahol:
 ATSH = shale agyag akusztikus terjedési ideje
 ATMF = iszapfiltrátum akusztikus terjedési ideje
 ATMA(I) = az I-edik mátrixkomponens akusztikus terjedési ideje

$$ATCH = 1.11 * (DECH - 0.05) * ATOIL + (0.95 - DECH) * ATGAS$$

ahol:
 ATOIL = olaj akusztikus terjedési ideje
 ATGAS = gáz akusztikus terjedési ideje

$$ATF = \frac{[VF - (FI * SXO)] * ATMF + FI * (1.0 - SXO) * ATCH}{VF}$$

ahol:

ATMF = iszapfiltrátum akusztikus terjedési ideje

ATCH = szénhidrogén akusztikus terjedési idő

$$ATMAS = \frac{ATMA(I) * VMA(I) + ATDSH * VDSH}{VMAS}$$

$$ATDSH = \frac{ATSH * VSH - ATF * VSH * FISHL}{VDSH}$$

Következtetések

1. Az ismertetett algoritmusokkal számított szintetikus szelvények és a mért szelvények korrelációs együtthatóinak vizsgálata alapján megállapítható, hogy a számított szelvények megbízhatósága jó.

2. Jobb korreláció mutatható ki a számított és a mért szelvények között, ha az algoritmus legalább egy mért porozitáskövető szelvényt is felhasznál.

b) Raimer—Hunt formula

$$\frac{1.0}{ATTH} = \frac{VF}{ATF} + \frac{VMAS_{BALF}}{ATMAS}$$

ahol:

$$VF = 1.0 - VMAS$$

$$VMAS = VMA(I) + VDSH$$

$$VMA = VMA(I)$$

$$VDSH = VSH * (1.0 - FISHL)$$

ATF = a pórusterben lévő folyadék akusztikus terjedési ideje

$$FISHL = FIMXL / BCPL$$

3. A szintetikus szelvények felhasználhatók a mérési hibával terhelt szelvények szűrésére.

4. A szintetikus szelvények alkalmazhatók a szeizmikus értelmezésben.

5. A szintetikus szelvények és a mért szelvények összehasonlítása jó kiegészítője lehet a cross-plot technikának a szelvények hitelesítésében.

6. A szintetikus és a mért szelvények eltérése utalhat értelmezési problémákra, így az ismertett módszerek a kvantitatív interpretáció ellenőrzésében is szerepet játszhatnak.

IRODALOM

1. Csókás I. (1988) A nagyalföldi homok tároló kőzetek texturális és strukturális tulajdonságainak hatása a Kőolajkutató Vállalatnál használt fúróluk-szelvényekre (Részjelentés. NME. Miskolc, 1988).
2. Ferenczy L. (1988) A leggyakoribb érték elve szerinti algoritmus alapján működő kvantitatív szelvényértelmezési rendszer és gyakorlati alkalmazása. (Jelentés. NME. Miskolc, 1988).
3. Kiss B. és társai (1990) A mélyfúrás geofizikai információk számítógépes feldolgozásának fejlesztése. (MGE. Budapest, 1990).
4. Balla Gy. (1989) Üledékes kőzetek texturális tulajdonságainak felhasználása a kvantitatív karotázs interpretációban. (Pályázati dolgozat. Szolnok, 1989)

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 1991. április 5-én tartotta éves Közgyűlését a Berlin étteremben.

Bodoky Tamás elnöki megnyitó beszéde után megemlékezett az előző közgyűlés óta elhunyt tagtársainkról:

Ádám József (1931) geofizikus, az Egyesület alapító tagja, 1956-tól kisebb megszakítással a GKV (illetve jogelődje) munkatársa volt.

Kósa Gyula (1920) villamosmérnök, a GAMMA műszertervezőjeként dolgozott nyugdíjazásáig.

Mozsolits Tibor (1931) geofizikus mérnök, az Egyesület alapító tagja, az ELGI, majd 1959-től a KFH munkatársa volt.

Dr. Völgyi László (1929) geológus, az ELGI, az MTA munkatársa, majd vezető kutató geológus, Szolnokon, 1986-tól nyugdíjazásáig (1989) az OKGT központ geológiai osztályvezetőjeként dolgozott.

Dr. Kántás Károly akadémikus, az Egyesület alapító tagja. Pályáját, mint a MAORT geofizikusa kezdte, majd Sopronban az 1951-ben megalakuló Geofizikai Tanszék első tanszékvezetője volt. 1956-ban elhagyta az országot és az osztrák kőolajiparban dolgozott.

A Közgyűlés egyperces néma felállással adózott emléküknél.

Ezek után a Közgyűlés meghallgatta Ferenczy László, az MGE titkára, Újfalussy Antal, az EB elnöke és Nemesi László, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány elnöke írásos anyagának szóbeli kiegészítését (ezek ismertetésétől eltekintünk, mivel minden tagtársunk kézhez kapta az írásos anyagokat), majd hozzászólások következtek.

Pozsgay Károly a Magyar Geofizika lap cikk-gondjaira hívta fel a jelen és távollévők figyelmét.

Hegybíró Zsuzsanna javasolta, hogy az Egyesület rendezvényein a diákok kedvezményesen vehessenek részt.

Molnár Károly a szakosztályi előadások számának csökkenésével kapcsolatban javasolta, hogy az utóbbi időben egyre nagyobb számban külföldön elhangzott előadásokat lehetne szakosztályi előadóiúléseken megismételni.

Mindszenty Andrea (a Magyarhoni Földtani Társulat társelnöke) az MFT nevében üdvözölte a Közgyűlést, majd tájékoztatásul közölte, hogy augusztus 22–28. között a geológus ifjak világtalálkozót rendeznek, amelyre a geofizikusokat is szeretettel várják.

Paulik Dezső tájékoztatásul elmondta, hogy az SPWLA Budapest Chapter március 21-én megtartott Közgyűlésének döntése értelmében a Chapter a jövőben az MGE keretén belül (nem külön önálló jogi személyként) szeretne tevékenykedni.

Komlóssy György (a KFH elnöke) a geológus-geofizikus „közeledés” mindennapi életre való hatékony kiterjesztését szorgalmazta.

Havas Miklós (a MTESZ alelnöke) először Náray Szabó Gábor, a MTESZ új elnökének üdvözlését tolmácsolta, majd a megújuló MTESZ jövőbeni tevékenységéről és szerepéről, a „kis-egyesületek” támogatásáról beszélt.

Dank Viktor szakos humorával visszaütöztette a „kisegyesület” elnevezést, hivatkozva az 1985-ös EAEG rendezvényre, ahol a „kicsi” igen kimagasló érdemeket szerzett.

A szünet után a Közgyűlés módosította az Alapszabályt. A módosítást az tette szükségessé, hogy lehetővé váljon a nemzetközi szakmai szervezetek magyarországi szakosztályainak az MGE-n belül való működése (pl. SPWLA Budapest Chapter). A Közgyűlés határozata értelmében az Alapszabály 16. §-a kibővül a következő bekezdéssel:

(4) Nemzetközi szakmai szervezetek az Egyesület keretén belül szakosztályokat hozhatnak létre, amelyek működési rendjét az Egyesület és az illető szervezet Alapszabályából kell levezetni.

A 16. § (2) kezezdése pedig így módosul: A szakosztályok tisztségviselőit a szakosztályok közgyűlése választja meg, tagságuk által meghatározott funkciókba és időtartamra.

A következőkben az új elnök megválasztásának módját és a levélben beérkező szavazatok értékelésének eredményét ismertette Gadó Károly, a Jelölő Bizottság elnöke és Hursán László, a Szavazatszámoló Bizottság elnöke. 220 tagtársunk adta le levélben szavazatát, amelyből 206 volt érvényes. A két jelölt közül Nagy Zoltán 142 szavazatot (68,9%), Késmárky István 63 szavazatot (30,6%) kapott, (1 szavazatot kapott Göncz Gábor) így az új első alelnök (vice president) Nagy Zoltán lett.

Ezután kitüntetések átadására került sor, amelynek keretében Bodoky Tamás gratulált Tóth Géza tagtársunknak abból az alkalomból, hogy közelgő 90. születésnapján Eötvös Loránd díjjal tüntetik ki. (Az előterjesztő a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium.) Egyesületi kitüntetéseket a következők vehettek át:

Renner János emlékérmét Bencze Pál és Jesch Aladár tagtársaink az Egyesületben hosszú évek óta kifejtett kiváló társadalmi tevékenységükért.

Egyesületi emléklapot kapott: Böszörményi István (GKV), Gyulai Ákos (ME), Késmárky István (GKV), Nagy Zoltán (MÉV), Sántori Gabriella (MTA GGKI).

Az év legjobb elméleti publikációja:

Szarka László: A Coulomb-törvény: a geoelektromos anomáliák alapja.

(Magyar Geofizika 1990. 5–6. sz.)

Az év legjobb gyakorlati dolgozata:

Somfai Attila, ifj. Somfai Attila: Szimulációs eljárás a másodlagos szénhidrogén vándorlás modellezésére.

(Magyar Geofizika 1990. 2—4. sz.)

Az elnöklő Bodoky Tamás meleg szavakkal köszönte meg az egyesületi funkcióból leköszönő Molnár Károly (past president) több évtizedes egyesületi munkáját.

A Közgyűlés záróakkordjaként Bodoky Tamás jelképesen átadta az elnökséget a tavaly megválasztott alelnöknek, Verő Lászlónak, aki távolléte miatt csak levélben fordulhatott a jelenlévők-höz. Ebből idézünk: „Az MGE tevékenységét évek óta, joggal, sok szempontból sikeresnek tartjuk magunk is, de a kívülállók is. Ezeket a sikeres elemeket feltétlenül meg kell őriznünk és ki kell egészítenünk egy nem igazán új, hanem eddig talán kevésbé fontos feladattal, a szakmai érdekvédelemmel... Nyilván nem a geofizikával foglalkozó intézmények átalakításának a belügyeire gondolok, hanem a geofizika, a földtudományok általános érdekeire... Hirdetnünk és bizonyítaniunk kell a földtudományok többi ágát művelők-

kel együtt, hogy hosszabb-rövidebb ideig ugyan le lehet mondani az alapkutatásról, földtani kutatásról, de ennek az időnek az eltelte után a következőkben az lesz, hogy a kultúra szegényebb lesz egy jelenleg még valahol a korszerűség és a nemzetközi elismertség peremén kétségbeesetten kapaszkodó tudományággal...

Mit tud tenni az Egyesület? Magára tudja vállalni a gondok egy nagyon kis részét. Ennek módjáról nem most kezdtünk el gondolkodni. Bizonyítékul említtem a Magyar Geofizikusokért Alapítványt, vagy, ami elsősorban a megbízók érdeme, az Egyesület vállalkozói tevékenységét. A továbbblépéshez két dolog kell. A tagság bizalma révén az Egyesület össze tudja gyűjteni a felmerült problémákat és legyen hajlandóság a geofizikával valamilyen magasabb szinten foglalkozók részéről arra, hogy az Egyesület véleményét meghallgassák. Ehhez kérek segítségét az MGE minden tagjától. Végezetül kívánok minden résztvevőnek kellemes estét, jó szórakozást és mindenkinek jó szerencsét”.

A Közgyűlést „meleg” hangulatú baráti vacsora követte.

dr. Ferenczy László

Egyesületi hírek

- (1) A Magyar Geofizikusok Egyesülete Elnöksége 1991. június 13-án ülést tartott, amelyen a következő fontosabb témák szerepeltek:
 - Prága visszalépésével Magyarország vállalja az 1993-as EGS konferencia megrendezését. A helyszínre első helyen Sopront, második helyen Budapestet javasoljuk. Az Elnökség Szarka Lászlót és Márton Pétert bízta meg a szervezés előkészítésével.
 - Az Elnökség foglalkozott az utolsó, hagyományos szervezésű (kijevi) szimpózium utáni nemzetközi rendezvények sorsával. Olyan előzetes állásfoglalás született, amely szerint 1992-ben Magyarország önállóan rendezne egy nemzetközi konferenciát. Ennek témájáról, helyéről és a rendezéssel kapcsolatos egyéb dolgokról a Rendezvényszervező Bizottság javaslatot készít a következő elnökségi ülésre.
 - Az Elnökség jóváhagyta az EAPG és az MGE együttműködési szerződését. Az MGE 1992-től az EAPG Társult Egyesülete lesz.
- (2) Az EAEG Elnökségében, Molnár Károly mandátumának lejártával Bodoky Tamás képviseli Egyesületünket a következő két évben.

Alföldi vándorgyűlés

Az utóbbi években sokszor elhangzott már az a megállapítás, hogy az MGE hazai vándorgyűlései az egyesületi élet egyik legfontosabb és szakmai mércével mérve is magas színvonalú rendezvényévé váltak. Ez a folyamat nyilvánvaló összefüggésben van azzal, hogy a szakosztályi előadások megritkultak. A szerzők újabb eredményeik hazai bemutatására a széleskörű látogatottságot élvező vándorgyűléseket részesítik előnyben, ahol — az előadások nyújtotta koncentrált információszerezés lehetőségén kívül — a tartósabb együttlét különösen kedvező a szakmai kapcsolatok elmélyítésére is. Mindezek fokozott aktualitást kapnak olyan esetekben, amikor sokéves hagyomány folytatásaként olyan közös rendezvényt szervezünk, mint az idei vándorgyűlés is volt, amelyet a Magyarhoni Földtani Társulattal 1991. május 16—17-én Szegeden a MTESZ helyi székházában tartottunk.

A vándorgyűlés szakmai programjához igen nagyszámú előadó jelentett be előadást. Tekintettel a rendezvény másfél napra korlátozott időtartamára, a nagyszámú előadást (összesen 55) csak egymással párhuzamos szekcióban lehetett megtartani.

Az első nap megnyitó ülésén a szénhidrogén-kutatás és bányászat felkért vezető szakemberei tartottak a tárgykör aktualitásait összefoglaló előadásokat. Dr. Szalóki István vezérigazgató, a rendezvény egyik védnöke, egyben az MGE Alföldi csoportjának, mint házigazdának az elnöke, a kőolaj és földgázbányászattal kapcsolatos időszaki kérdésekről tartotta megnyitó előadását. Ezt követte Hangyál János bányászati igazgató (OKGT), az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Víz-bányászati Szakosztály elnökének előadása a hazai kőolaj és földgáztermelés várható alakulásáról és a szénhidrogéntermeléshez kapcsolódó geológiai és geofizikai igényekről, majd Pogácsás György kutatási igazgatóhelyettes (GKV) és társ-szerzői előadása a Pannon medence CH-telepeit rejtő rezervoárok genetikai típusairól. A megnyitó ülésen hangzott el Dr. Posgay Károly előadása is a sokéves szeizmikus mélykéregkutatás tektonikai eredményeinek szintéziséről.

Az első nap délutáni plenáris szekcióülésén a felszíni és mélyfúrású geofizikai, valamint a rezervoár szakemberek további 9 előadása szólt a szénhidrogéntermelés vonatkozású alkalmazásokról, a geofizikai módszerek mai lehetőségeiről, eredményeiről és az irántuk megfogalmazható igényekről.

Ezzel párhuzamosan működött a 14 előadást tartalmazó poszter szekció a vándorgyűlés teljes

ideje alatt a plenáris (A) ülésterem közvetlen előterében, ami igen kedvező volt a poszterek látogatottsága szempontjából.

A vándorgyűlés másnapjának zsúfolt programját csak további párhuzamos szekcióban lehetett lebonyolítani. Az „A” szekció 10 előadása a szénhidrogénkutatással foglalkozott, 11. előadóként az Ipari Minisztérium képviselőjében Czipper Gyula tartott előadást a kormány energiapolitikai koncepciójáról. A „B” szekció a mélyfúrású geofizikai és földtani információszerezés témaköréhez kapcsolódott 8 előadással, a „C” szekció 8 előadással a földtani témáké volt.

A szekcióülések programja 17-én, péntek délben zárult, de sok résztvevő maradt ott péntek délután, hogy megtekintse a szegedi József Attila Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékének, illetve az Ásványtani-Geokémiai és Kőzettani Tanszékének országos hírű gyűjteményeit Molnár Béla tanszékvezető egyetemi tanár és Mezösi József ny. egyetemi tanár szakavatott vezetésével.

Harmadnap, szombaton a vándorgyűlést követő terepbejárást szervezett autóbusszal a Magyarhoni Földtani Társulat Kiskunmajsa—Kiskunsági Nemzeti Park—Kecskemét útvonalon. A tanulmányút szakmai programját Gyarmati János területi főgeológus (GKV), Iványosi Szabó András, a Kiskunmajsai Nemzeti Park igazgatója és Molnár Béla professzor, (JATE) állították össze.

A vándorgyűlés igazi csapatmunka eredményeként, úgy gondoljuk, hogy az elvárt színvonalon teljesítette a kitűzött célját.

Az MGE elnöksége és rendezvényszervező bizottsága nevében e helyen is szeretnénk kifejezni köszönetünket mindazoknak, akik segítséget nyújtottak az előkészítés és lebonyolítás során, megértést kérve, hogy név szerint mindenkit megemlíteni már csak terjedelmi okokból sem volna lehetséges. Kifejezve köszönetünket az MGE alföldi csoportja, a felszíni és mélyfúrású geofizikai szakosztály, a titkárság és a rendezvényszervező bizottság tagjainak és a társrendező MFT helyi és alföldi szervezeteinek, szeretném külön is megemlíteni a rendezvény védnökeit Molnár Károly vezérigazgatót (GKV) és Dr. Szalóki István vezérigazgatót (NKFV), akiknek alapvető része volt az egész rendezvény létrehozásában, valamint Dr. Révész Istvánt, a társrendező MFT helyi szervezetének elnökét, a vándorgyűlés tényleges házigazdáját, aki biztosította a program zökkenőmentes lebonyolítását.

Nagy Zoltán

Egyesületi hírek

„In the Name of God” —Iránban

1983, 1988 után 1991-ben került sor a 3. Bányászati Szimpózium megrendezésére. A szimpózium szervező bizottsága elfogadta a Baráth-Mészáros-Szendró szerző trió Szénkutatás és értelmezés című előadását. A május 18-i elutazást sűrű telefax váltások előzték meg. Az első fax „Isten (Allah) nevében” mottója még nagyon meglepett, de a tizediknél már megszoktam.

Közvetlen légi összeköttetés hiányában a Budapest-Bécs-Tehérán útvonalon érkeztünk meg szombaton éjjel ebbe az egzotikus országba. Az egzotikum szele már az iráni repülőgépen megcsapott, amikor a talpig feketébe öltözött stewardeseket megpillantottam. Néhány apró nehézség után igazi keleti kényelembe kerültünk a teheráni Esteghlal (volt Hilton) szállodában. Másnap reggel lenyűgöző látványban volt részünk a 13. emeletről. Az egyik oldalon az Elburz hatalmas hósapkás hegyvonulatai, a másik oldalon a méreteiben impozáns iráni főváros csalta ki belőlünk a csodálkozó felkiáltásokat. Alul az utcán a több sorban hömpölygő, időnként dudaszótól hangos kocsisor ébresztett rá, arra, hogy a technikának nem lehet a határokon megálljt parancsolni.

A 3. Bányászati Szimpóziumot a fővárostól 400 km-re elhelyezkedő régi fővárosban, Isfahánban rendezték meg. Csak dicséret illeti az iráni felet a hely kiválasztásáért. Isfahán tényleg egy gyöngyszem a kietlen, kopár sivatagban. Mintha egy elvarázsolt világba csöppentünk volna. A város szinte minden porcikája hirdeti az iszlám aktív jelenlétét. A fekete csadoros nők, a csodaszép mecsetek, a fő tér parkjai, szökőkútjai, a rengeteg kis hangulatos bolt összhatása sokszor mondatta velünk, hogy „ez nem lehet igaz”, „ez hihetetlen”. A szállodánk mögötti kert esti hangulata — halk perzsa zene, működő szökőkutak, vízpipázó perzsák — több száz évvel vitt vissza bennünket az időben.

A várostól kb. 10–15 km-re a sivatagban áll az isfaháni műszaki egyetem épület együttese. Az egyetemi előadótermekben 3 szekcióban — ásványi nyersanyagok kutatása, kitermelése és feldolgozása — folytak az előadások. A kb. 1000 résztvevőből kb. 70 külföldi volt, az irániak nagy része

(kb. 800) egyetemi hallgató. A külföldiek Kelet- és Nyugat Európából, Kanadából, Ausztráliából, Afrikából és Ázsiából érkeztek. Az előadások angolul és perzsául folytak, az utóbbi angol szinkron tolmácsolással.

Szokatlan volt a megnyitó. Katonai zenekar, majd hosszú idézet a Koránból és hivatalos üdvözlő beszédek. A szünetekben jégkrémmel, teával és süteményekkel kedveskedtek a résztvevőknek. A 30 fokos száraz melegben az előadások mellett az utóbbiak is nagyon népszerűek voltak. Nagyon érdekes, szinte megmagyarázhatatlan légkör vette körül a külföldi előadókat. Az irániak részéről állandóan éreztük a kíváncsiság, az érdeklődés és a maximális tisztelet megnyilvánulásait.

A szerda délutáni záró ceremónia különlegessége volt az egyik híres ajatollah jelenléte. Hosszú harcias beszéde után minden egyes előadónak személyesen adta át — 3 csók kíséretében — az előadásokat tartalmazó könyveket és egy díszes, névre szóló bekeretezett oklevelet. Természetesen nem maradt el a Korán szerinti háladás sem.

A hátralévő napokat bányajárással és városnézéssel töltöttük. A környéken lévő cink ólom és mész kő bányákba szerveztek szakmai kirándulásokat. Az iráni szakemberek alapos, részletes szakszerű magyarázatok kíséretében mutatták be a gazdag lelőhelyeket.

A szombati városnéző program keretében a magyar delegációnak különleges élményben volt része. Isfahán fő terén a 3 magyartól külön-külön interjút kértek. A részletes bemutatkozáson kívül nyilatkoznunk kellett a szimpóziumról, illetve a jövő kilátásairól.

Az utcai és bazárbeli sétáinkon lépten-nyomon tapasztaltuk a Magyarisztán(perzsául Magyarországnak) szó varázsát. Sokat nem tudnak rólunk, de a tisztelet és szeretet kiérződött a szavaikból.

Az országot át és átszövő szigorú iszlám törvények ellenére az volt a határozott benyomásunk, hogy ez a szimpózium, ha kicsit is, de kinyitott egy ablakot a világra ebben a 12 éve izoláltan élő országban.

Mészáros Ferenc

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Posgay Károly—Szentgyörgyi Károly</i> : A litoszférát harántoló eltolódásos törésrendszer a Pannon medence keleti részén	1
<i>Márton Péter</i> : Újabb archeomágneses irányadatok az elmúlt kétezer évből	16
<i>Lakatos László—Váradi Mária—Pogácsás György—Nagymarosy András—Kiss Bertalan—Barvitz Anikó</i> : A Zagyva árok paleogén képződményeinek szekvencia sztratigráfiai viszonyai	20
<i>Vakarcs Gábor—Várnai Péter</i> : A Derecskei árok környezetének szeizmosztratigráfiai modellje	38
<i>Balla György</i> : Szintetikus szelvények vizsgálata	51
Közügyűlés 91	60
Alföldi Vándorgyűlés	62
Egyesületi hírek	61, 63, 64

CONTENTS

<i>Posgay K.—Szentgyörgyi K.</i> : Strike-slip fault system crossing the lithosphere at the Eastern part of the Pannónian Basin	1
<i>Márton P.</i> : The latest directional results from archaeomagnetism studies of the past 2000 years	16
<i>Lakatos L.—Váradi M.—Pogácsás Gy.—Nagymarosy A.—Kiss B.—Barvitz A.</i> : The sequence stratigraphy of paleogene sediments of Zagyva trough	20
<i>Vakarcs G.—Várnai P.</i> : The seismostratigraphic model of the Derecske trough area	38
<i>Balla Gy.</i> : The study of the synthetic logs	51

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Пошгаи, К. Сентдёрди, К.</i> : Сдвиговая зона пересекающая литосферы на востоке Паннонского бассейна ...	1
<i>Мартон, П.</i> : Новые археомагнитные данные последних 2000 лет	16
<i>Лакатош Л.—Варади М.—Погачаш Др.—Хадьмароши А.—Кишц Б.—Барвиц А.</i> : Секвенция-стратиграфические условия палеогенных образований впадины Задьва	20
<i>Вакарч Г.—Варнаи П.</i> : Сейсмостратиграфическая модель окрестности впадины Деречке	38
<i>Балла др.</i> : Исследование синтетических кривых	51

